



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

Laiane Eugênia Delmondes Mudo

**Bioestimulante na maturação de ramos da mangueira cv.
Tommy Atkins no Submédio do Vale do São Francisco**

Petrolina-PE

2018

LAIANE EUGÊNIA DELMONDES MUDO

**Bioestimulante na maturação de ramos da mangueira cv.
Tommy Atkins no Submédio do Vale do São Francisco**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, *Campus* de Ciências Agrárias, como requisito da obtenção de título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante.

Petrolina - PE

2018

M943b Mudo, Laiane Eugênia Delmondes.
Bioestimulante na maturação de ramos da mangueira cv. Tommy Atkins no Submédio do Vale do São Francisco / Laiane Eugênia Delmondes Mudo. – Petrolina, 2018.
43 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2018.
Orientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante.

Referências.

1. Fisiologia Vegetal. 2. Manga. 3. Regulador de crescimento. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 634.44

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Laiane Eugênia Delmondes Mudo

Bioestimulante na maturação de ramos da mangueira cv. Tommy Atkins no
Submédio do Vale do São Francisco

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Agrônômica, pela
Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovado em: 17 de abril de 2018.

Banca examinadora



Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, D.Sc, UNIVASF



Marcelle Almeida da Silva, D.Sc, UNIVASF



Jenilton Gomes da Cunha, Engenheiro Agrônomo, Universidade Estadual do Piauí

Dedico a minha família: Mainha, Painho,
Lasane, Antony, Victor e Akira.

É sempre por vocês e para vocês tudo o que eu faço na vida!

AGRADECIMENTOS

Ao cara que tem me provado cada dia mais a sua existência, e me sustentou sempre da maneira mais sábia e com amor em todas as difíceis situações passadas até aqui. Deus, obrigada!

À empresa Alltech que proporcionou todo o suporte à realização deste trabalho, obrigada.

À fazenda Barreiro de Santa Fé onde foi realizado o experimento, da qual fazem parte funcionários muito prestativos que auxiliaram durante o desenvolvimento de todo o trabalho, em especial Moisés, obrigada!

A instituição que me proporcionou cursar Engenharia agrônômica, além de ter sido a minha segunda casa durante esse tempo de graduação, Universidade Federal do Vale do São Francisco, campus Ciências Agrárias (CCA/UNIVASF), obrigada.

Ao consultor Rogério Martins da Produtiva Consultoria pela parceria necessária ao desenvolvimento do trabalho, obrigada.

As pessoas que mais me amam na vida, os que são a minha certeza do amor verdadeiro e eterno, e os que cuidam de mim da forma mais cheia de amor, Ana Meire Delmondes Mudo e Antônio Eugênio Mudo, ou Mainha e Painho, Obrigada!

As pessoas que compartilharam a infância comigo e que em muitas situações foram o meu refúgio dessa vida puxada de graduação, meus irmãos, Laislane Mirela Delmondes Mudo, Eugênio Antony Delmondes Mudo e Enio Victor Delmondes Mudo, muito obrigada!

As pessoas que acreditaram em mim durante toda essa jornada, meus avós, meus tios, minha tia Gisa, meus primos em especial Aridiana e Adrian, a minha família, obrigada!

Ao meu orientador, por todos os ensinamentos acadêmicos, profissionais e pessoais passados, e toda a orientação para realização desse trabalho, eu aprendi muito com você, Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, obrigada!

A funcionária mais prestativa que essa instituição já teve, Veronice Alencar, obrigada.

Aos meus queridos docentes, Neiton Machado, Márkila Zunete Beckman, Marcos Sales, Julio Cesar de Melo, Eliezer Santurbano, Cristiane Galhardo, Jerônimo Borel e Vespasiano Borges, por todos os conhecimentos passados e paciência para ensinar, muito obrigada.

A pessoa mais arretada e determinada que já conheci, que contribuiu muito para esse trabalho ser realizado, Renata Araujo e Amariz, obrigada!

Aos grandes amigos que a graduação me presenteou, os quais tenho lindas lembranças juntos guardadas e que quero levar para o resto da vida, Wendel Brito Nascimento Junior, Antuerbe Brandão Marinho, Jeferson Antonio Cavacini, Iara Luiza Vieira Campos, Bruna Beatriz do Nascimento Gonzaga, obrigada!

Ao grupo de pesquisa FRUTVASF, os quais foram fundamentais para a realização de muitas das atividades desse trabalho, em especial Tullyus Rubens de Souza Silva, Raí Nascimento do Carmo, Diogenes de Souza Brito, Maria Poliana Martins Pereira, Gabriel, Luan dos Santos Silva, Rosiclea de Carvalho Lopes, Marcos Alexandre, Alexandre, Lisandra, Daniel, Jorge, Renan Nunes, muito obrigada!

A minha dupla da graduação, parceiros de muitos trabalhos, muitas noites sem dormir, muitas situações de desespero, assim como de felicidade; aos que me ensinaram muito, e sei que aprendemos muitas coisas juntos, Laura Paula Araújo dos Santos e David Castro Alves, muito obrigada.

As minhas amigas que me fizeram ter vida social fora da graduação, que me acompanharam por todo o processo até chegar nesse momento tão esperado, Sarah Vieira, Bianca Alves, Tamires Moura, Jhuly Amorim, Ana Myrela Anjos, Iandra Carla Coelho e Izabela Miranda, muito obrigada.

Ao amigo Jackson Teixeira por toda a paciência e disponibilidade para sanar as minhas milhares de dúvidas até finalmente acabar esse trabalho, obrigada!

Aos pançudos pertencentes a melhor turma já existente nessa faculdade, Amanda Rodrigues, João Victor Bamberg, Matheus Paz, Danilo Alves, Samuel Carvalho e Thiago Bruno Lessa, chegar até aqui sem a parceria que tivemos durante todo o curso seria muito difícil, a união é sempre a melhor opção, somos a prova disso, muito obrigada!

As pessoas que foram a minha segunda família durante meu período longe de casa, as que apesar do pouco tempo acreditam muito em mim e na realização de tudo isso e as quais tenho um imenso carinho, em especial, Marcela Forero, Stephanny Arévalo e Alejandra Martinez, obrigada.

E por fim, a todos que cruzaram meu caminho e me fizeram a pessoa que sou hoje. Muito obrigada!

Vai dar certo!!

RESUMO

A manga é atualmente uma das frutas mais exploradas no mundo. O Brasil tem grande destaque na participação de produção dessa fruta, sendo o sétimo país mais exportador de manga do mundo. A cultivar Tommy Atkins é a mais explorada no Brasil e na região do Submédio do Vale do São Francisco. Para que sejam atendidos os diferentes mercados consumidores, é necessário o uso de substâncias reguladoras de crescimento vegetal de modo que o período de floração aconteça na época de interesse. A maturação do ramo apresenta-se como uma etapa do processo de floração, onde parte dos produtos da fotossíntese são acumulados nos ramos como substância de reserva. O uso de bioestimulantes contendo aminoácidos precursores de hormônios vegetais envolvidos no processo de maturação de ramo apresenta-se como uma opção de melhoria da maturação dos ramos, e consequentemente da floração. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a efetividade do bioestimulante Bulk (Alltech[®]) contendo aminoácidos e extratos vegetais na maturação de ramos da mangueira cv. Tommy Atkins. O experimento foi desenvolvido no município de Casa Nova-Ba. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos distribuídos em parcelas subdivididas no tempo, considerando as estratégias de maturação dos ramos nas parcelas e as datas de avaliação nas sub-parcelas, (T1: Duas aplicações de [KCl (120 mg/planta) + bioestimulante (10 mL/planta)] e duas de K₂SO₄ (120 mg/planta); T2: Quatro aplicações de K₂SO₄ (120 mg/planta); T3: Três aplicações de bioestimulante (10 mL/planta) e uma de K₂SO₄ (120 mg/planta); T4: Duas aplicações de bioestimulante (10 mL/planta) e duas de K₂SO₄ (120 mg/planta); T5: Duas aplicações de [bioestimulante (10 mL/planta) + K₂SO₄ (120 mg/planta)] e uma de K₂SO₄ (120 mg/planta)). Foram avaliadas as variáveis: Carboidratos solúveis totais (CST), amido, aminoácidos totais, concentração de prolina nas folhas, atividade das enzimas ascorbato peroxidase (APX), catalase (CAT), fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), e eficiência do uso da água (EUA), número de panícula por planta, proporção de gemas, números de frutos por panícula e proporções de flores monóclinas e estaminadas. Para CST, amido, aminoácidos totais, concentração de prolina nas folhas, APX registrou-se maior estabilidade para o T3, apresentando esse, um comportamento diferenciado entre os outros tratamentos. Para fotossíntese líquida e condutância estomática, não houve diferença estatística entre os tratamentos. A transpiração, concentração interna de CO₂ e eficiência de uso da água apresentaram diferença estatística entre os tratamentos, as trocas gasosas avaliadas, não foi identificado diferença estatística entre os tratamentos. O número de panícula por planta o T3 apresentou os maiores valores, e número de gemas reprodutiva maior quando comprada a gemas não diferenciadas. Proporção de mais flores estaminadas em relação a flor monóclina. De acordo com os resultados, o T3 possui grande destaque quando comparado aos outros tratamentos para a maturação de ramo, demonstrando efetividade do produto nesse processo.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L., regulador de crescimento, fisiologia vegetal.

ABSTRACT

Mango is currently one of the most exploited fruits in the world. Brazil has a major presence in the production of this fruit, being the seventh largest exporter of mango in the world. The cultivar Tommy Atkins is the most exploited in Brazil and in the sub-region of the São Francisco Valley. In order to serve the different consumer markets, it is necessary to use plant growth regulating substances so that the flowering period takes place at the time of interest. The maturation of the branch appears as a stage of the flowering process, where some of the products of photosynthesis are accumulated in the branches as a reserve substance. The use of biostimulants containing precursor amino acids of plant hormones involved in the process of branch maturation presents itself as an option to improve maturation of the branches, and consequently of flowering. In this way, the present work had as objective to evaluate the effectiveness of the biostimulant Bulk (Alltech®) containing amino acids and vegetal extracts in the maturation of branches of the hose cv. Tommy Atkins. The experiment was carried out in the municipality of Casa Nova-Ba. The experimental design was a randomized complete block design with five treatments distributed in split-plot plots, considering the maturation strategies of the branches in the plots and the evaluation dates in the subplots (T1: Two applications of [KCl (120 mg/planta (10 mL / plant) and one of K₂SO₄ (120 mg/planta), two applications of K₂SO₄ (120 mg/planta) and two of K₂SO₄ (120 mg/planta); T5: Two applications of [biostimulant (10 mL / plant) + K₂SO₄ (120 mg/planta)] and one of K₂SO₄). The following variables were evaluated: total soluble carbohydrates (CST), starch, total amino acids, proline concentration in the leaves, activity of the enzymes ascorbate peroxidase (APX), catalase (CAT), liquid photosynthesis (A), stomatal conductance (gs) (C), transpiration (E), and water use efficiency, panicle number per plant, bud ratio, fruit numbers per panicle and proportions of monoclinic and staminate flowers. For CST, starch, total amino acids, proline concentration in leaves, APX showed greater stability for T3, showing a different behavior among the other treatments. For the physiological variables, it did not present much difference for the other treatments. The number of panicle per plant T3 had the highest values, and the number of reproductive buds increased when purchased from undifferentiated buds. Proportion of more staminate flowers in relation to the monoclinic flower. According to the results, the T3 has great prominence when compared to the other treatments for the branch maturation, demonstrating effectiveness of the product in this process.

Key-words: *Mangifera indica* L., growth regulator, plant physiology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Radiação global (A) e precipitação, temperatura e umidade relativa do ar (B) registrados durante a condução do experimento. Casa Nova – BA, 2017.....	17
Figura 2 - Aplicação dos tratamentos utilizando pulverizador Jacto Arbus®. Casa Nova – BA, 2017.....	19
Figura 3 - Procedimento de coleta de material para amostragem. Coleta da folha na região mediana do último fluxo (A); Imersão da amostra em nitrogênio líquido (B). Casa Nova – BA, 2017.....	21
Figura 4 - Avaliações fisiológicas utilizando o IRGA. Casa Nova – BA, 2017.....	21
Figura 5 - Determinação da proporção de gemas reprodutivas. Casa Nova – BA, 2017.....	22
Figura 6 - Plena floração. Casa Nova – BA, 2017.....	22
Figura 7 - Teor de carboidrato em folhas de mangueira cv. Tommy atkins em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos em quatro datas de avaliação. Casa Nova-BA. 2017.....	23
Figura 8 - Teor de amido em folhas de mangueira cv. Tommy atkins em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos em quatro datas de avaliação. Casa Nova-BA. 2017.....	26
Figura 9 - Teor de aminoácidos em folhas de mangueira cv. Tommy atkins em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos utilizado em quatro datas de avaliação. Casa Nova-BA. 2017.....	28
Figura 10 - Concentração de prolina em folhas de mangueira cv. Tommy atkins em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos em quatro datas de avaliação. Casa Nova – BA, 2017.....	29
Figura 11 – Atividade da peroxidase em folhas de mangueira cv. Tommy atkins em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos em quatro datas de avaliação. Casa Nova – BA, 2017.....	31
Figura 12 - Atividade da catalase em folhas de mangueira cv. Tommy em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos em quatro datas de avaliação. Casa Nova – BA, 2017.....	32
Figura 13 - Fotossíntese líquida (A) em mangueira cv. Tommy atkins avaliada na pré-floração e floração plena em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.....	34
Figura 14 - Condutância estomática (gs) em mangueira cv. Tommy atkins avaliada na pré-floração e floração plena em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.....	35

Figura 15 - Transpiração (E) em mangueira cv. Tommy atkins avaliada na pré-floração e floração plena em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.	35
Figura 16 - Concentração interna de CO_2 (C_i) em mangueira cv. Tommy atkins avaliada na pré-floração e floração plena em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.	36
Figura 17 - Eficiência do uso da água (EUA) em mangueira cv. Tommy atkins avaliada na pré-floração e floração plena em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.	37
Figura 18 - Número de panículas por planta em mangueira cv. Tommy atkins avaliada na plena floração em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.	38
Figura 19 - Número de gemas reprodutivas e não diferenciadas por m^2 em mangueira cv. Tommy Atkins em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.	39
Figura 20 - Número de frutos por panícula em mangueira cv. Tommy Atkins avaliada após a primeira e segunda queda em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.	40
Figura 21 - Proporção de flor monóclina e estaminada em manga cv. Tommy Atkins avaliada em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017. ...	41
Figura 22 - Produção por planta (Kg) em manga cv. Tommy Atkins avaliada em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.	41
Figura 23 – Produtividade (t/ha) em manga cv. Tommy Atkins avaliada em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.	42

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	6
RESUMO.....	9
1. INTRODUÇÃO	14
2. METODOLOGIA.....	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4. CONCLUSÕES	42
5. REFERÊNCIAS	42
APÊNDICES.....	48

1. INTRODUÇÃO

A manga é a segunda fruta mais exportada pelo Brasil e atualmente o país ocupa o sétimo lugar no ranking dos maiores exportadores de mangas do mundo (FAOSTAT, 2017). A região do Submédio do Vale do São Francisco, localizada no nordeste brasileiro, tem se destacado como umas das principais regiões produtoras de frutas em regime irrigado do Brasil, sendo responsável no ano de 2017 por aproximadamente 89% do total de manga exportada no país (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2017).

O grande destaque dessa região se deve, sobretudo, a sua capacidade crescente de produção, detenção de tecnologia necessária para produzir frutas com o padrão de qualidade exigido pelo mercado internacional, além das condições edafoclimáticas que permitem produção durante todo o ano, alcançando as mais variadas janelas de mercado (BRANCO & LIMA, 2016).

A cultivar Tommy Atkins é a mais explorada no Brasil e na região do Submédio do Vale do São Francisco, além disso possui a maior participação no volume mundialmente comercializado, em virtude de sua alta produtividade e resistência ao transporte, o que favorece sua exportação para diversos mercados consumidores (FONSECA et al., 2006).

Para que sejam atendidos os diferentes mercados, em períodos adequados à comercialização, é necessário o uso de substâncias reguladoras de crescimento vegetal, que possibilitam modificar os processos de desenvolvimento vegetal, estimulando assim o florescimento nos períodos de interesse (FONSECA et al., 2004).

Uma das formas eficientes de induzir a floração é o uso de estresse hídrico e/ou aplicação de paralisadores de crescimento, seguida da realização de práticas que auxiliam no processo de indução floral como maturação dos ramos e aplicações de nitratos de potássio e de cálcio (ALBUQUERQUE, 1992; BARROS et al., 1998; MENDONÇA et al., 2001). Segundo Ramirez e Davenport (2016) a redução da lâmina d'água na cultura da mangueira estimula a produção de etileno, hormônio responsável por retardar o crescimento vegetativo, acelerando a maturação dos ramos para o florescimento (FAGAN et al., 2015).

No processo de maturação dos ramos parte dos produtos da fotossíntese são acumulados como substâncias de reserva promovendo o equilíbrio endógeno na

planta (GENÚ & PINTO, 2002), sendo portanto essencial para o sucesso da floração. Além disso, o uso do sulfato de potássio comumente utilizado no processo de maturação dos ramos, demonstra-se eficiente pois o íon K interfere na relação K/N o que impede que a planta vegete, proporcionando o acúmulo de carboidrato nos ramos (COUTINHO et al., 2016), e o íon S está diretamente ligado à formação do aminoácido metionina, o qual é um precursor do etileno (NIKIFOROVA et al., 2003).

O uso de bioestimulantes contendo aminoácidos precursores de hormônios vegetais envolvidos no processo de maturação de ramo, como o etileno, além de extratos vegetais responsáveis pela diminuição dos efeitos do estresse biótico sofrido pelas plantas, apresenta-se como uma opção de melhoria da maturação dos ramos, e conseqüentemente uniformidade da floração, podendo ainda, possibilitar um equilíbrio das funções metabólicas das plantas. Gomes et al. (2008) observaram aumento significativo do número de panículas e da produtividade em mangueiras cv. 'Tommy atkins' tratadas com bioestimulantes.

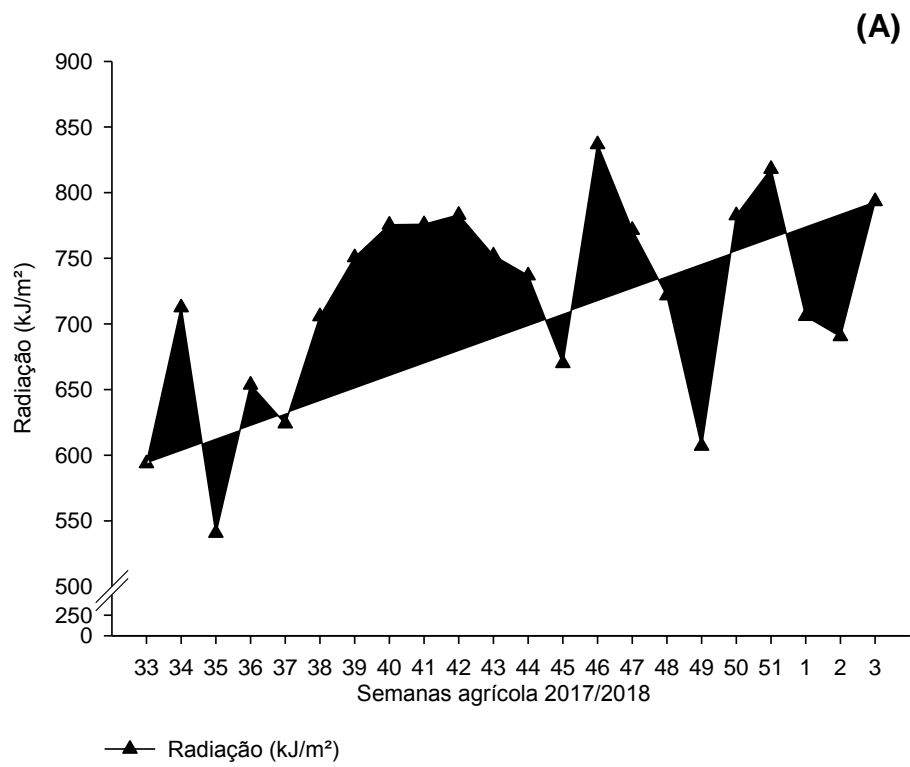
Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a efetividade de um bioestimulante contendo aminoácidos e extratos vegetais na maturação de ramos da mangueira cv. Tommy Atkins.

2. METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido em pomar comercial de mangueira cv. Tommy Atkins na fazenda Barreiro de Santa Fé, situada no município de Casa Nova – BA, a 9°23'29.4" S de latitude, 40°44'37.9" W de longitude e altitude média de 402 m, durante o período de agosto de 2017 a janeiro de 2018.

O clima da região é classificado como Bsw, segundo a classificação de Köppen, o que caracteriza a região como quente e semi-árida, com temperatura média anual de 25,4 °C e precipitação média anual de 480 mm.

Os dados meteorológicos foram monitorados durante o período em que o experimento foi conduzido (Figura 1) a partir da estação meteorológica da UNIVASF, instalada no campus de Ciências agrárias.



(B)

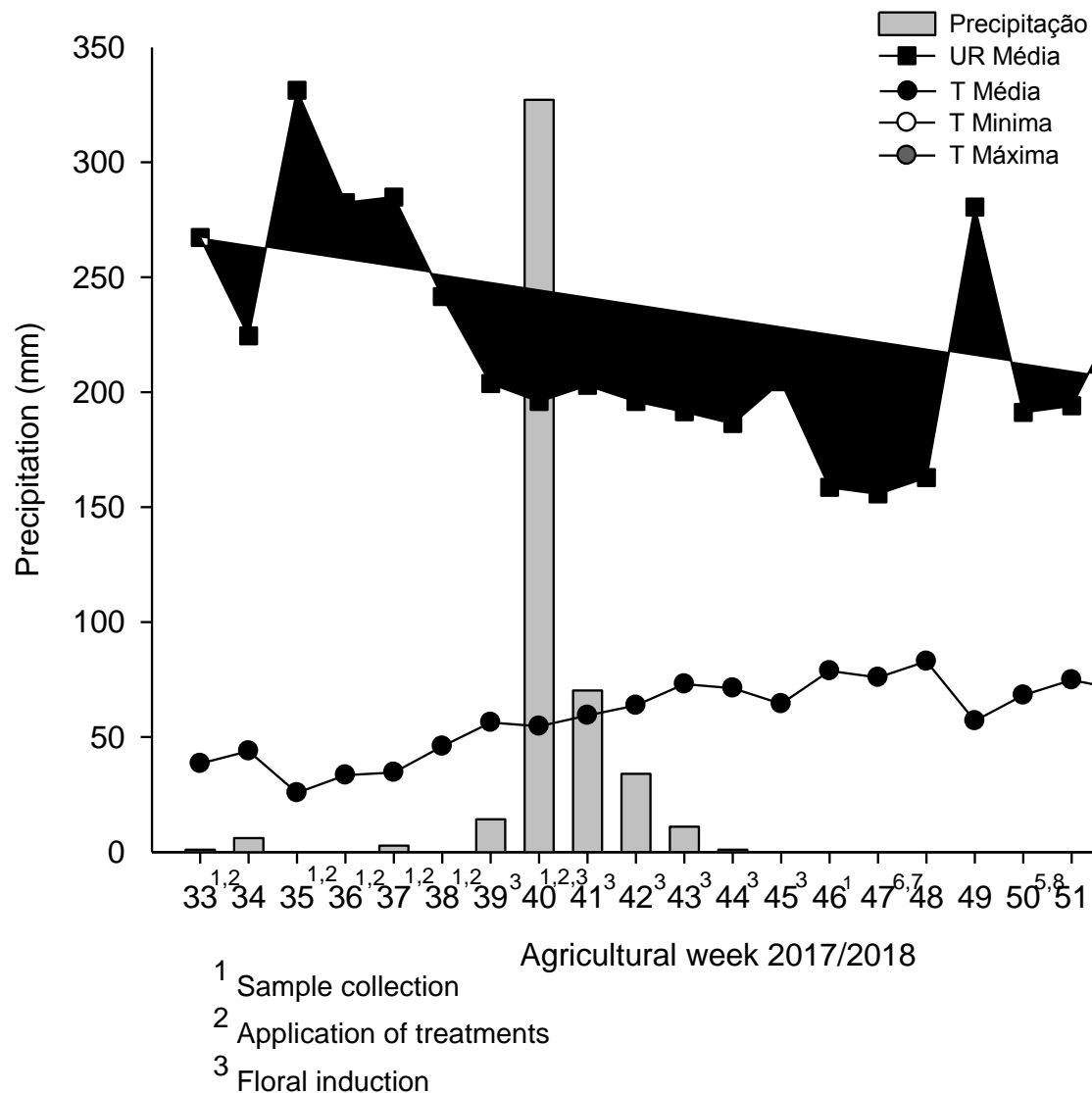


Figura 1 – Radiação global (A) e precipitação, temperatura e umidade relativa do ar (B) registrados durante a condução do experimento. Casa Nova – BA, 2017.

Foi realizada coleta de folhas para caracterização do estado nutricional das plantas da área, antes do início das aplicações dos tratamentos e no período de plena floração, de acordo com metodologia proposta por Tedesco et al. (1995), os resultados podem ser verificados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 – Análise foliar da área experimental cultivada com mangueiras cv. Tommy Atkins, antes da aplicação dos tratamentos.

N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	B
----- g kg ⁻¹ -----					----- mg kg ⁻¹ -----			
21,11	1,54	12,75	8,86	2,01	138,57	31,02	76,11	98,70

Tabela 2 – Análise foliar da área experimental cultivada com mangueiras cv. Tommy Atkins, em plena floração.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	B
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹			
T1	12,04	2,87	0,750	34,68	1,71	0,128	0,086	0,031	1,826
T2	12,88	3,54	0,850	30,50	1,48	0,126	0,077	0,037	1,766
T3	11,69	2,92	0,800	35,97	1,46	0,098	0,109	0,040	2,186
T4	12,04	3,10	0,725	35,24	1,49	0,084	0,072	0,039	3,054
T5	13,16	4,38	1,20	34,67	1,61	0,095	0,092	0,066	1,766
Teores adequados	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	B
	12 a 14	0,8 a 1,6	5 a 10	20 a 35	2,5 a 5	50 a 100	50 a 200	20 a 40	50 a 100

Para a irrigação na área experimental utilizou-se o sistema localizado de microaspersão, com turno de rega diário ajustado de acordo com as características climáticas registradas e a necessidade da cultura na fase de desenvolvimento em que se encontrava o pomar. As plantas foram submetidas às práticas culturais recomendadas para a cultura da mangueira por Lopes et al. (2003) e Silva et al. (2002) nas condições regionais de cultivo quanto a podas, manejo nutricional via fertirrigação, controle de plantas invasoras, ponto de colheita e combate a pragas e doenças.

As mangueiras da cv. Tommy Atkins com 20 anos de idade produtiva estavam dispostas no espaçamento 10x5m. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos avaliados em parcelas subdivididas, considerando as estratégias de maturação dos ramos nas parcelas e as datas de avaliação nas sub-parcelas, com cinco repetições e cinco plantas por parcela.

A definição dos tratamentos foi feita considerando as demandas e alterações fisiológicas que ocorrem durante o processo de maturação dos ramos da mangueira descrita por Silva et al. (2002). Os tratamentos utilizados consistiram em pulverizações com K₂SO₄ e/ou KCl combinado com aplicações de bioestimulante Bulk (Alltech[®]) recomendado para a cultura da mangueira contendo potássio solúvel em água (12%), carbono orgânico (9,87%), aminoácidos (20%), surfactante aniônico e extrato de leveduras, assim descritos:

T1: Duas aplicações de [KCl (120 mg/planta) + bioestimulante (10 mL/planta)] e duas de K₂SO₄ (120 mg/planta) (Aplicação iniciando 60 dias após o paclobutrazol);

T2: Quatro aplicações de K_2SO_4 (120 mg/planta) (Aplicação iniciando 60 dias após o paclobutrazol);

T3: Três aplicações de bioestimulante (10 mL/planta) e uma de K_2SO_4 (120 mg/planta) (Aplicação iniciando 45 dias após o paclobutrazol);

T4: Duas aplicações de bioestimulante (10 mL/planta) e duas de K_2SO_4 (120 mg/planta) (Aplicação iniciando 60 dias após o paclobutrazol);

T5: Duas aplicações de [bioestimulante (10 mL/planta) + K_2SO_4 (120 mg/planta)] e uma de K_2SO_4 (Aplicação iniciando 60 dias após o paclobutrazol).

Considerando que a maturação de ramo geralmente utilizada de quatro aplicações de K_2SO_4 , adotou-se o T2 como tratamento controle. A determinação da quantidade de dias após PBZ do T3 foi realizada com base no trabalho de Cavalcante et al. (2017).

As doses dos produtos utilizadas seguiram a recomendação do fabricante e o volume de calda foi padronizado em 4L planta⁻¹ para todos os tratamentos, quantidade suficiente para molhar completamente a copa das plantas. Para aplicação utilizou-se pulverizador Jacto Arbus[®] (Figura 2), em intervalo de 10 dias entre aplicações, sendo todas as pulverizações realizadas no período da manhã.

A aplicação do paclobutrazol (PBZ) foi realizada no dia 10 de julho de 2017, na dosagem de 28,1 mL/planta, na projeção da copa. Para a indução floral foi utilizado Nitrato de cálcio (3%) sendo realizada um total de 7 aplicações com intervalos de sete dias.



Figura 2 - Aplicação dos tratamentos utilizando pulverizador Jacto Arbus[®]. Casa Nova – BA, 2017.

Para determinação dos efeitos do bioestimulante na mangueira cv. Tommy Atkins foram avaliados semanalmente (De acordo com as aplicações):

- I) Carboidratos solúveis totais (CST) e amido (mg g^{-1}) seguindo a metodologia descrita por Dubois et al. (1956);
- II) Aminoácidos totais, seguindo a metodologia descrita por Yemm & Cocking (1955);
- III) Concentração de prolina nas folhas (Conc. $\mu\text{mol g}^{-1}$ MF) de acordo com Bates (1973);
- IV) Atividade das enzimas ascorbato peroxidase (APX) ($\mu\text{g.H}_2\text{O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ MF h}^{-1}$) e catalase (CAT) ($\mu\text{g.H}_2\text{O}_2 \text{ g}^{-1} \text{ MF h}^{-1}$), seguindo a metodologia descrita por Nakano & Asada (1981) e Beers & Sizer (1952), respectivamente.

As coletas das amostras foram realizadas uma semana após cada aplicação, sendo as folhas retiradas na altura mediana da copa da planta e da região mediana do último fluxo vegetativo (Figura 3A) em ambos os lados da planta (nascente e poente). Para as determinações dos teores de aminoácidos totais, carboidratos solúveis totais, amido e concentração de prolina nas folhas, coletou-se uma folha em cada um dos quatro quadrantes da copa. Após coletadas, as folhas foram armazenadas em saco plástico e conservadas em gelo até serem transportadas ao laboratório, onde foram mantidas sob refrigeração a $-20\text{ }^\circ\text{C}$. A coleta de folhas para as análises de atividade das enzimas ascorbato peroxidase (APX) e catalase (CAT) foi realizada selecionando-se uma folha de cada lado da planta (leste e oeste). Imediatamente após coletadas, as folhas foram embaladas em papel alumínio, identificadas e imersas em nitrogênio líquido (Figura 3B), até serem armazenadas sob refrigeração a $-20\text{ }^\circ\text{C}$.



Figura 3 - Procedimento de coleta de material para amostragem. Coleta da folha na região mediana do último fluxo (A); Imersão da amostra em nitrogênio líquido (B). Casa Nova – BA, 2017.

Em plena floração, e ao final da primeira queda fisiológica de frutos avaliaram-se as taxas de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E), concentração interna de CO_2 (C_i) e eficiência do uso da água (EUA), com o auxílio de um analisador de gás por radiação infravermelho IRGA (Mod. Li-COR®6400 XT) (Figura 4). As avaliações foram realizadas em folhas maduras, no período da manhã, começando a partir das 9 horas.



Figura 4 - Avaliações fisiológicas utilizando o IRGA. Casa Nova – BA, 2017.

No início da brotação foi determinada a proporção de gemas reprodutivas e sem diferenciação por m^2 , a qual foi realizada na parte mediana da copa e em duas faces das plantas, leste e oeste (Figura 5), segundo a recomendação de Ramírez et al. (2010).



Figura 5 - Determinação da proporção de gemas reprodutivas. Casa Nova – BA, 2017.

No período de pleno florescimento (Figura 6) foram determinadas as proporções de flores monóclinas e estaminadas, onde foi coletado uma panícula de cada lado da planta (nascente e poente) em três plantas de cada repetição, além disso, foi determinado o número total de panículas por planta.



Figura 6 - Plena floração. Casa Nova – BA, 2017.

Após as duas quedas fisiológicas foram determinados os números de frutos por panícula retidos na planta, onde foram marcadas dez panículas em cada planta, e contabilizadas nos dois períodos.

No período de colheita, os frutos foram pesados, para determinação da produção por planta (Kg) e produtividade (t/ha).

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliação dos efeitos significativos pelo teste “F”, e os tratamentos comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade usando o software SISVAR.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de carboidrato solúveis totais (CST) presente nas folhas não apresentou interação significativa entre a estratégia de maturação do ramo (Mat) utilizada e a data avaliada (APÊNDICES). No entanto, observa-se significância para o tempo (Figura 7).

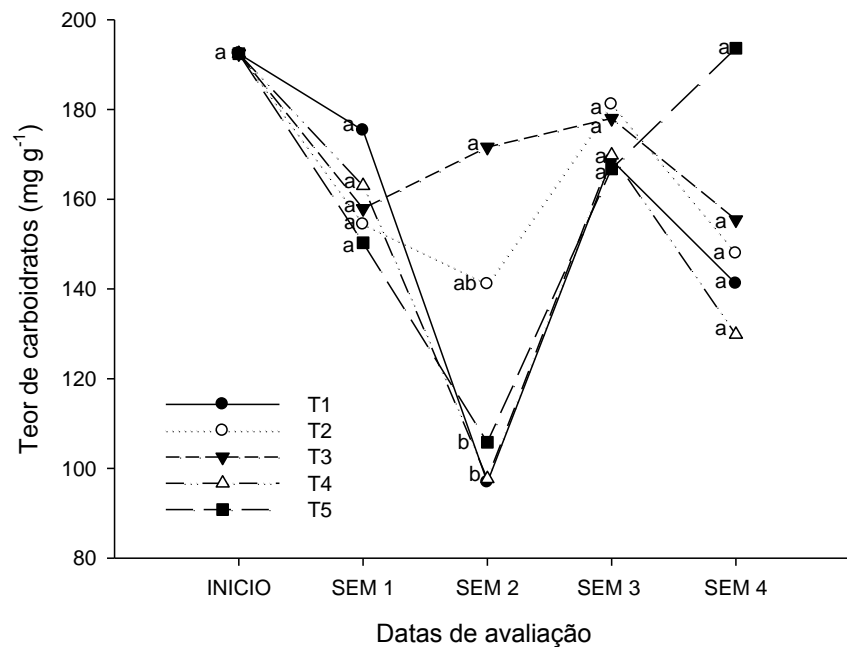


Figura 7 - Teor de carboidrato em folhas de manga cv. Tommy Atkins em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos em quatro datas de avaliação. Casa Nova-BA. 2017.

Pontos com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade em cada data de avaliação. T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K₂SO₄ (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K₂SO₄] e uma de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol).

Do início até a semana 2 de avaliação observa-se uma queda acentuada das concentrações de carboidrato foliar para todos os tratamentos, com exceção do T3, que apresentou aumento na semana 2. Destaca-se que o T3 possui o maior número de aplicações do bioestimulante e suas pulverizações iniciaram antes dos demais tratamentos (45 dias após paclobutrazol) (Figura 7). A melhoria da produção de frutos devido a utilização de bioestimulantes tem sido relatado na literatura por diversos autores (GOMES et al., 2008; KHATTAB et al., 2016; RIBEIRO et al., 2017) comprovando a eficiência no uso dos mesmos. Para os resultados apresentados na

variável teor de carboidratos verifica-se que além do benefício da sua aplicação, o fornecimento do bioestimulante em um momento diferente pode também influenciar na sua eficiência, pois para Ramirez e Davenport (2010), o estímulo floral na cultura da mangueira ocorre em resposta à idade do último fluxo vegetativo, desta forma, aplicando o bioestimulante na época inicial do processo de formação dos estímulos florais, favorece o maior tempo de ação do produto nos ramos e conseqüentemente, maior indução da produção de estímulo floral caracterizado por Kulkarni (2004) e Protacio et al. (2009). Inicialmente, o teor de carboidrato foliar encontrava-se alto em comparação as outras datas avaliadas, o que pode ser atribuído ao período de estresse hídrico que as plantas foram submetidas antes da data de avaliação. Segundo Albuquerque et al. (2002), um dos impactos do estresse hídrico é a redução da emissão de fluxos vegetativos, aumentando o acúmulo de reservas e conseqüentemente de estímulos florais.

Quando se inicia a etapa de maturação do ramo um dos processos que ocorre, além de diversos outros, é o chamado “esforço reprodutivo”, onde há o gasto de assimilados para que haja a formação de estruturas reprodutivas (LARCHER, 2000; PEIXOTO & PEIXOTO 2009), desta forma, a tendência é que haja oscilação do teor de carboidrato foliar nos tratamentos utilizados, já que ao passo que está sendo fornecido diferentes estratégias de maturação, os mesmos estão sendo consumidos para o processo de estímulo floral (relação fonte/dreno). O aumento considerável observado para a terceira semana de avaliação para todos os tratamentos pode está relacionado a precipitação na semana 40 (Figura 1), mesma semana da terceira avaliação, alterando o mecanismo de defesa da planta quando estava sob estresse hídrico.

Segundo Almeida et al. (2015), as plantas sob estresse hídrico tendem a diminuir a produção de fotoassimilados e por fim consumir o que já tem armazenado, entretanto quando há o fornecimento de água em quantidades suficientes, ocorre a sinalização de retorno ao metabolismo de acúmulo de fotoassimilados. Para a última data avaliada, o tratamento 5, foi o que apresentou os maiores teores foliares de carboidrato, seguido do tratamento 3, demonstrando florescimento mais tardio do tratamento 5, quando comparado com o T3, fato observado em campo. Os teores de nitrogênio foliar observados na fase de florescimento (Tabela 2) sustentam a hipótese de floração mais tardia para o tratamento 5, já que este tratamento apresenta os maiores teores de N foliar, enquanto T3 apresenta os menores.

É importante ressaltar as menores variações entre as datas avaliadas para T3, onde o aumento evidenciado na segunda semana demonstra o suprimento adequado de substâncias que induzem a produção e acúmulo de carboidrato, já que todas as plantas encontram-se nas mesmas condições ambientais, e apenas esse tratamento apresentou um comportamento diferenciado, tais observações sugerem uma maior estabilidade da concentração de carboidrato em plantas tratadas com o bioestimulante utilizado.

Cavalcante et al. (2017) avaliando teor de carboidrato foliar na cultura da mangueira cv. Palmer, com diferentes estratégias de maturação utilizando bioestimulante, verificaram comportamento similar ao encontrado na Figura 7, além de valores semelhante. Urban et al. (2004) avaliando carboidratos, nitrogênio e parâmetros fisiológicos em folhas de mangueira em diferentes estágios de maturação dos ramos, os autores verificaram que no início do florescimento, em folhas próximas as gemas florais, as concentrações de amido e carboidratos totais não estruturais (CTNE) foram maiores que em folhas próximas a ramos vegetativos, demonstrando a importância dos carboidratos para a floração da mangueira..

O metabolismo dos carboidratos fornece energia na forma de ATP, além de agentes redutores e compostos intermediários que auxiliam na assimilação do NO_3 , desta forma, possuem funções importante no desenvolvimento da mangueira, especialmente no período de floração (LAWLOR, 2002; PHAVAPHUTANON, 2000). O acúmulo no teor de carboidrato (Figura 7) e amido (Figura 8) na última data de avaliação para o T5, junto ao teor de fósforo foliar (Tabela 2) com maior quantidade para o T5, demonstram armazenamento energético para este tratamento, sustentando a hipótese de floração em época mais tardia.

O teor de amido presente nas folhas apresentou interação significativa entre tratamentos e data avaliada (APÊNDICES).

Para todos os tratamentos observa-se redução no teor de amido durante as datas avaliadas (Figura 8), com um aumento significativo para a última data (período de plena floração), observações semelhantes foram realizadas por Paulas e Shanmugavelu (1989) e Urban et al. (2004) para a cultura da manga.

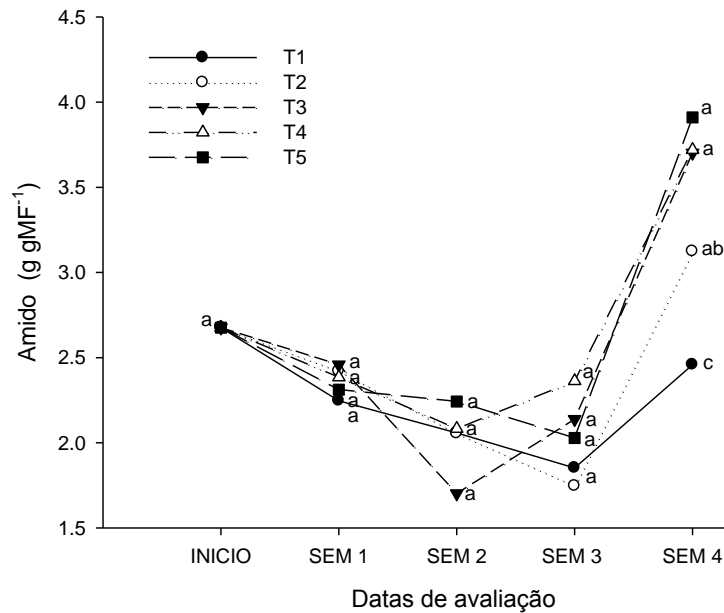


Figura 8 - Teor de amido em folhas de manga cv. Tommy atkins em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos em quatro datas de avaliação. Casa Nova-BA. 2017. Pontos com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade em cada data de avaliação T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K_2SO_4 (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K_2SO_4] e uma de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol).

É provável que a redução nas datas iniciais do teor de amido seja resultado do uso deste carboidrato como forma de suporte à floração, e portanto conversão da sacarose para formação de estruturas reprodutivas ou outros órgãos vegetais. Entretanto, para o T3 e T4 (ambos contendo bioestimulante) entre as semanas 2 e 3 observa-se um aumento do teor de amido, o que pode estar associado a um processo regulatório ligado à iniciação floral, demonstrando a resposta positiva no uso do bioestimulante.

Os valores encontrados no presente estudo demonstram-se inferiores àqueles encontrados por Prasad et al. (2014), ao avaliar as cultivares de manga Royal Special e Totapuri durante o período de floração.

Os carboidratos totais não estruturais, incluindo amido e açúcares de reserva possuem função essencial no desenvolvimento da manga, especialmente a floração (PHAVAPHUTANON, 2000). Elevados níveis de carboidratos nas folhas e gemas, aliado a estímulos florais, resultam na indução floral da manga.

Para a variável aminoácidos totais houve interação significativa entre tratamentos e as datas de avaliação (APÊNDICES).

Para T1, T2, T4 e T5 durante as datas avaliadas, de forma geral, houve aumento no teor de aminoácidos (Figura 9), sendo resultado, provavelmente, do processo de ajuste osmótico e consequente proteólise, onde as proteínas, que são moléculas mais complexas são degradadas em moléculas mais simples (aminoácidos). Para a semana 3 de avaliação (Figura 9), houve precipitações, e aumento no teor de aminoácidos, o qual pode ter sido ocasionado pela síntese de aminoácidos, e não proteólise, já que nesse período houve redução do estresse abiótico sofrido pela planta.

Os aminoácidos possuem diversas funções no vegetal, como a síntese de proteínas, compostos intermediários dos hormônios vegetais endógenos, aumento da resistência ao estresse hídrico e altas temperaturas, além de ajuste osmótico (MEDEIROS et al., 2012; CASTRO & CARVALHO, 2014). Tem sido relatado na literatura a identificação do aumento do teor de aminoácidos em plantas submetidas a estresse hídrico; Rodrigues et al. (2010) verificaram aumento de aminoácidos em folhas de plantas de macieira de seis meses de idade, quando submetidas a oito dias sem água. Sircelj et al. (2005) avaliando duas cultivares de maçã sob déficit hídrico também observaram aumento do teor de aminoácidos quando comparadas com as plantas controle.

O T3 demonstra um padrão diferenciado dos outros tratamentos durante as datas avaliadas, com o teor de aminoácidos baixo e aumento somente na última semana de avaliação, demonstrando menor alteração no conteúdo de aminoácidos causados pelo estresse.

Foram encontrados valores de aminoácidos superiores aqueles relatados por Medeiros et al. (2012) (5,65 a 21,01 $\mu\text{mol g MF}^{-1}$), quando avaliaram o teor de aminoácidos em duas cultivares de *Malpighia emarginata* submetidas a diferentes estresse hídricos.

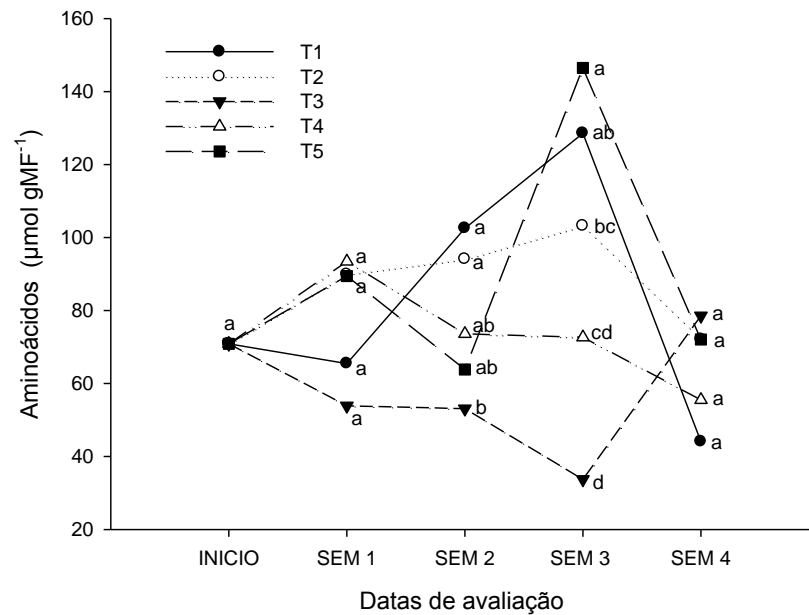


Figura 9 - Teor de aminoácidos em folhas de manga cv. Tommy Atkins em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos utilizado em quatro datas de avaliação. Casa Nova-BA. 2017.

Pontos com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade em cada data de avaliação. T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K₂SO₄ (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K₂SO₄] e uma de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol).

Observa-se interação significativa entre as datas de amostragem foliar e os tratamentos ($p < 0.05$), para a concentração de prolina (APÊNDICES). Como pode ser observado na Figura 10, na primeira semana de avaliação, os tratamentos demonstraram semelhança estatística, enquanto na segunda data avaliada houve aumento considerável para todos os tratamentos, exceto o tratamento 3 que diminuiu, apresentando inferioridade em comparação aos demais tratamentos. Na semana três, os valores de concentração de prolina diminuiram, com o maior declínio observado para o tratamento 4; na quarta semana os tratamentos T1, T2 e T5 seguiram o mesmo padrão de declínio, enquanto T3 e T4 aumentaram. Assim a concentração de prolina nas folhas depende da estratégia de maturação utilizada na segunda e terceira semana após o início da aplicação dos tratamentos.

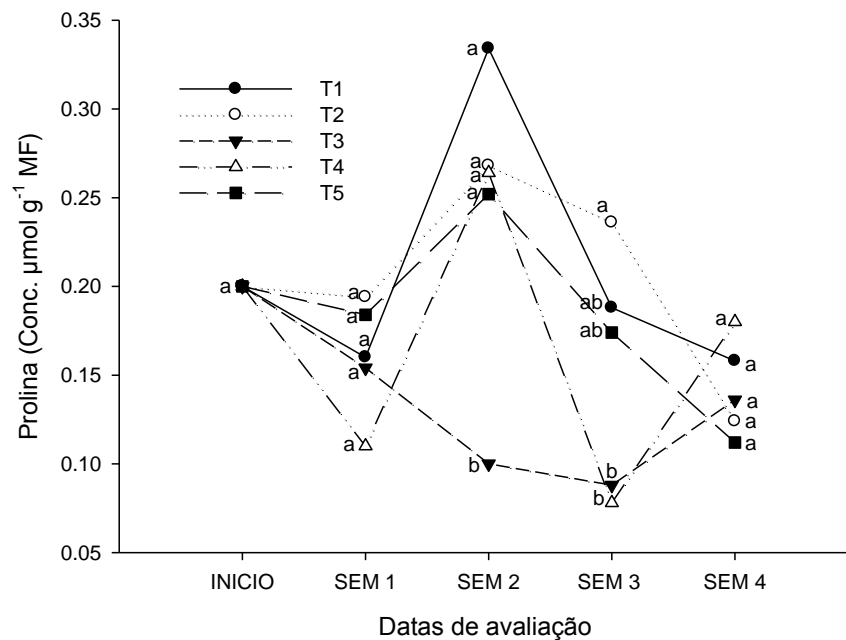


Figura 10 - Concentração de prolina em folhas de mangueira cv. Tommy Atkins em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos em quatro datas de avaliação. Casa Nova – BA, 2017.

Pontos com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade em cada data de avaliação. T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K_2SO_4 (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K_2SO_4] e uma de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol).

Segundo Kwok e Shett (1998), a prolina é responsável pelo aumento do teor total de fenólicos nas plantas os quais impedem a degradação das auxinas, hormônios responsáveis pelo crescimento vegetativo. Desta forma, no período de floração é desejável que haja menor teor de prolina na parte aérea, aumentando a degradação de auxinas e favorecendo o balanço hormonal para melhor floração.

O aumento da concentração de prolina para a segunda semana de avaliação para todos os tratamentos, principalmente para T1, com exceção do T3, pode ter sido ocasionado por um mecanismo de proteção da planta ao estresse sofrido no período de maturação do ramo, já que este iminoácido possui alta sensibilidade de resposta a adversidades presentes no meio ambiente, o que explica o pico para o T1 já que este tratamento constitui-se da aplicação de KCl junto ao bioestimulante, causando maior estresse e conseqüentemente ativando o mecanismo de defesa (ASHRAF et al., 2011). Srivastav et al. (2010), observaram plantas de manga cv. 'Olour' submetidas a estresse por NaCl, e constataram maiores valores de prolina em comparação a plantas sem tratamento de estresse salino.

É importante observar que o T3, o qual constitui-se da maior quantidade de aplicações de bioestimulante, apresentou um comportamento diferenciado dos outros tratamentos no decorrer das datas avaliadas, com um decréscimo durante as três primeiras datas e aumento somente na última semana. Este comportamento pode está ligado ao ajuste osmótico e hormonal pela planta, durante o processo de maturação. Desta forma, os dados de prolina demonstram resultados positivos para a aplicação do bioestimulante visando a maturação do ramo.

Durante o período de déficit hídrico pode ocorrer a formação de espécies reativas de oxigênio (EROs), também conhecidas como *reactive oxygen species* (ROS) ou radicais livres, as quais predomina O_2^- e H_2O_2 . A presença desses radicais livres pode ocasionar a inativação de enzimas além de danificar componentes celulares importantes (HENDGES et al., 2015). Quando a produção dos EROs superam a ação do sistema antioxidativo, ocorre o estresse oxidativo, desta forma, os mecanismos de defesa contra os radicais livres são importantes na limitação desse estresse e na destruição das espécies reativas de oxigênio. Dentre as enzimas que estão envolvidas no mecanismo de defesa de proteção à presença destes radicais, estão a ascobarto peroxidase e catalase (MUNNÉ-BOSCH et al., 2013).

Para a variável peroxidase, foi observado efeito significativo entre a estratégia de maturação e a data avaliada (APÊNDICES). Como mostra a Figura 11, na primeira semana de avaliação houve um aumento considerável para o tratamento 1 da atividade da enzima peroxidase, o que pode ser atribuído ao efeito do sal (KCl) utilizado, causando estresse, e aumentando portanto, o sistema de defesa da planta, resultados semelhantes foram encontrados por Srivast et al. (2010). Para o tratamento 2 (4 aplicações de K_2SO_4) observa-se um comportamento oscilatório durante as datas avaliadas, demonstrando a instabilidade causada na planta pelo uso somente do K_2SO_4 . Comparativamente, o tratamentos 3, 4 e 5 apresentaram uma estabilidade no teor de peroxidase durante todas as datas avaliadas, demonstrando-se como os tratamentos mais eficientes na redução dos efeitos do estresse. Desta forma, o uso do bioestimulante auxiliou no processo oxidativo, sem a necessidade de síntese de peroxidase.

Durante a semana 3, período em que houve precipitação, observa-se queda na quantidade de peroxidase para T1 e T2, tal comportamento pode ser atribuído a redução do estresse hídrico, e portanto redução da síntese dessa enzima.

A ascobarto peroxidase tem a função de eliminação rápida de H_2O_2 , por possuir alta afinidade com essa molécula, removendo-a mesmo em baixas concentrações sendo, portanto, uma das principais enzimas envolvida no processo de retirada desta molécula (MITTLER, 2002).

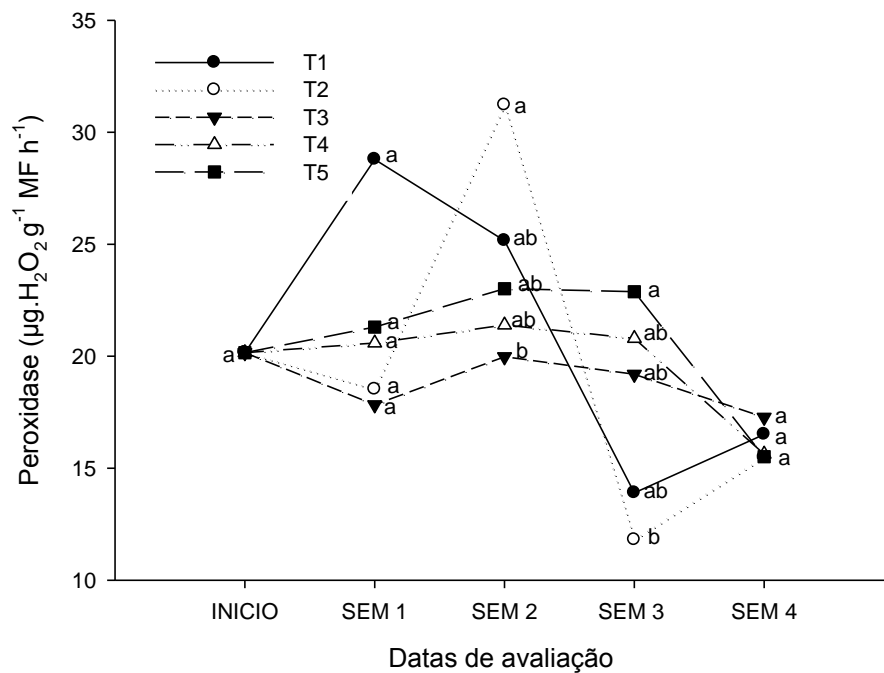


Figura 11 – Atividade da peroxidase em folhas de manga cv. Tommy Atkins em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos em quatro datas de avaliação. Casa Nova – BA, 2017.

Pontos com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade em cada data de avaliação. T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K_2SO_4 (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K_2SO_4] e uma de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol).

De modo geral, a catalase apresentou resultados contrários aqueles apresentados para a peroxidase, onde os tratamentos utilizando sal e sem bioestimulante (T1 e T2) mantiveram-se mais estáveis durante as datas avaliadas (Figura 12). Segundo Herzog e Fahimi (1976) as condições para atividade dessas enzimas são distintas, sendo assim, em um meio que é propício a atividade de uma das enzimas, não é propício para outra, o que explica a oposição dos resultados apresentados. Helaly et al. (2017) avaliando a atividade da catalase para quatro variedades de manga (Eweise, Hindy, Misk Eweise and Fagri Kalan) submetidas a estresse hídrico, observaram valores entre 2.7 e 4.1 $\mu g.H_2O_2 g^{-1} MF h^{-1}$, sendo, portanto, similares aos encontrados no presente estudo.

As catalases atuam no catabolismo do peróxido de hidrogênio em moléculas menores, esta enzima ao contrário da peroxidase, atua removendo o excesso de peróxido de hidrogênio (CHELIKANI et al., 2005).

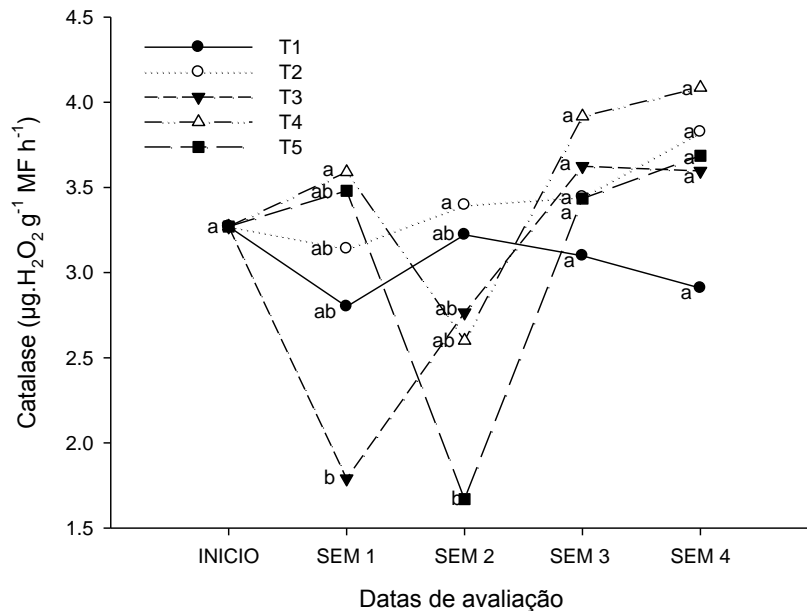


Figura 12 - Atividade da catalase em folhas de mangueira cv. Tommy em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos em quatro datas de avaliação. Casa Nova – BA, 2017.

Pontos com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade em cada data de avaliação. T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K₂SO₄ (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K₂SO₄] e uma de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol).

Os aminoácidos no bioestimulante utilizado funcionam como substâncias precursoras e sinalizadoras, o que pode ser um fator decisivo para a diminuição do estresse sofrido pela planta no período de maturação do ramo. Segundo Castro (2006), os bioestimulantes quando aplicados nas plantas apresentam efeitos fisiológicos semelhantes aos fitormônios, atuando na promoção, modificação ou inibição de processos fisiológicos.

As trocas gasosas foram avaliadas em duas épocas diferentes: pré-floração e floração plena. Não foi observado diferença significativa entre os tratamentos nas duas datas de avaliação para as variáveis fotossíntese líquida (*A*), condutância estomática (*gs*) e concentração interna de CO₂ (*C_i*) (Tabela 4); para transpiração (*E*) houve diferença significativa para a época de pré-floração, enquanto eficiência do uso da água (*EUA*) apresentou diferença para os dois períodos avaliados (APÊNDICES).

Os estresses bióticos e abióticos em que são submetidas as plantas durante o seu ciclo causam diversas alterações no seu funcionamento fisiológico, como na fotossíntese líquida, por exemplo, a qual reduz com o aumento do estresse (HAYAT et al., 2013). Ao se analisar a Figura 13, observa-se que as menores taxas de fotossíntese líquida foram registradas no período de pré-floração ($3,42 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), quando as plantas estavam com baixo fornecimento hídrico e conseqüentemente submetidas à condições que favorecem o estresse. Almeida et al. (2015) avaliando fotossíntese em mangueiras cv. 'Tommy Atkins' em diferentes regimes hídricos registraram valores mínimos de fotossíntese de $3,5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Urban et al. (2008) avaliaram a fotossíntese de plantas de manga cv. Cogshall no período de pré-floração e plena floração e encontraram o mesmo comportamento do presente trabalho, com valores maiores para a época de plena floração quando comparado ao de pré-floração. Quando ocorre a redução do conteúdo relativo de água na folha, causada pelo estresse hídrico, os estômatos fecham, levando a uma diminuição na oferta de CO_2 às células do mesófilo e, assim, redução da taxa fotossintética foliar (LAXMAN et al., 2016).

Para a época de floração plena, o T2 foi o que apresentou a maior taxa de fotossíntese líquida ($12,02 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), o que pode ser atribuído ao efeito cumulativo das aplicações de K_2SO_4 , disponibilizando K^+ , macronutriente que atua na ativação de diversas enzimas, dentre elas a Ribulose-1,5-bisfosfato (RuBP) carboxilase/oxigenase (Rubisco), enzima chave no processo fotossintético (SOUSA et al., 2010a).

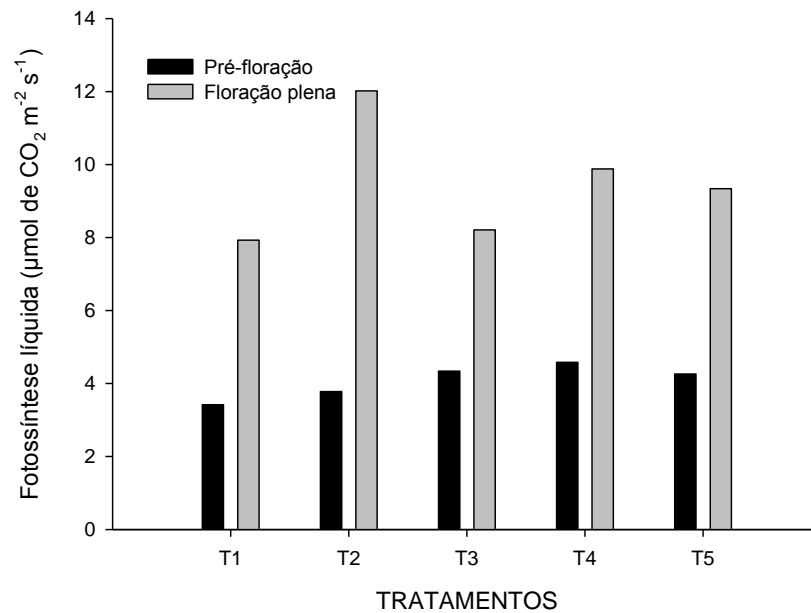


Figura 13 - Fotossíntese líquida (A) em mangueira cv. Tommy atkins avaliada na pré-floração e floração plena em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.

T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K₂SO₄ (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K₂SO₄] e uma de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol).

Os mesmos padrões de distribuição encontrados para a fotossíntese líquida (A) podem ser observados para a condutância estomática (g_s) e transpiração (E) (Figura 14 e 15, respectivamente). A condutância estomática consiste em um mecanismo fisiológico que as plantas vasculares possuem para o controle da transpiração (MESSINGER et al., 2006), desta forma, quando submetidas a estresses, a tendência é que haja fechamento dos estômatos, e conseqüentemente redução da transpiração, evitando que haja decréscimo do teor de água na planta.

Plantas com mecanismo fotossintético C₃, como é o caso da mangueira, apresentam o fechamento dos estômatos e conseqüente decréscimo da assimilação de CO₂ em temperaturas acima de 30°C, as quais foram registradas durante o desenvolvimento do presente estudo (Figura 1), este decréscimo é causado pela redução da condutância estomática, conseqüentemente da transpiração, reduzindo a fotossíntese líquida (KERBAUY, 2004).

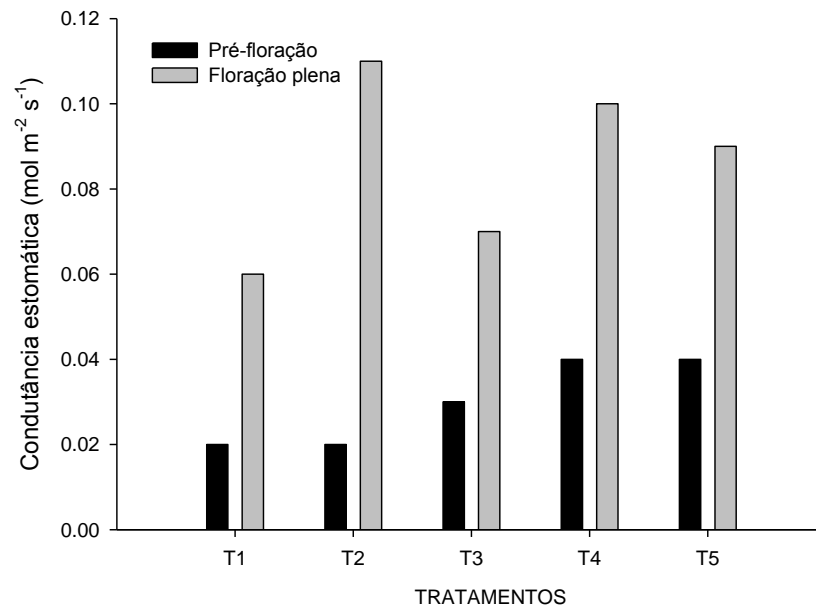


Figura 14 - Condutância estomática (*gs*) em mangueira cv. Tommy atkins avaliada na pré-floração e floração plena em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.

T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K₂SO₄ (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K₂SO₄] e uma de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol).

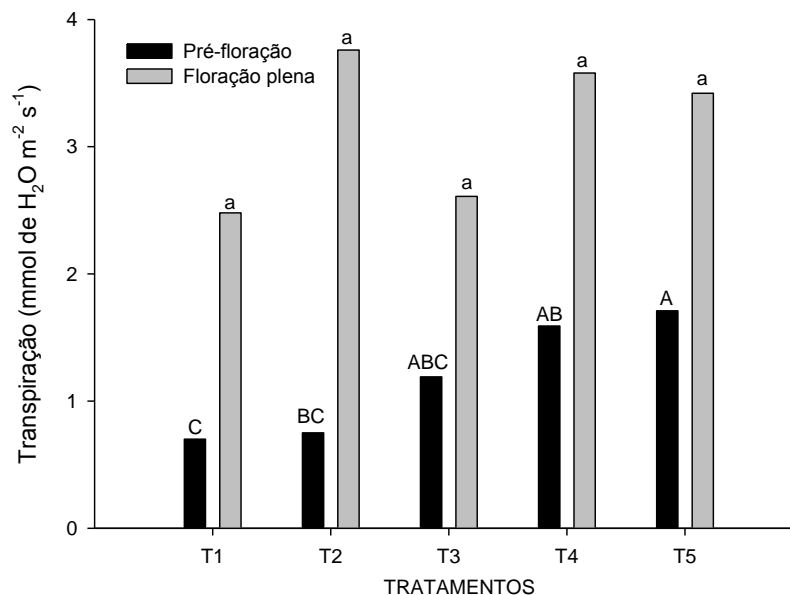


Figura 15 - Transpiração (*E*) em mangueira cv. Tommy atkins avaliada na pré-floração e floração plena em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.

Barras com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Barras com letras maiúsculas comparam dados entre a pré-floração e barras com letras minúsculas comparam dados entre floração plena. T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K₂SO₄ (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K₂SO₄] e uma de K₂SO₄ (60 dias após o paclobutrazol).

A concentração interna de CO_2 apresentou menores valores para o período de pré-floração em comparação a plena floração (Figura 16), assim como apresentado para a fotossíntese, o que pode ser atribuído ao fechamento estomático no período de pré-floração em virtude ao maior estresse hídrico. Os valores encontrados (90.08 a 193.04 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) são inferiores aos relatados por Lucena (2015) (240 a 300 $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) para manga cv 'Tommy atkins' sob diferentes doses de estresse salino. Este mesmo autor relata que a medida que há aumento de estresse salino na planta há aumento da C_i .

A concentração interna de CO_2 possui uma relação contrária para a fotossíntese. Em elevadas temperaturas a fotorrespiração e fotossíntese aceleram diminuindo a concentração de CO_2 na folha (KLUGE et al., 2014), embora sob o manejo adotado para a cultura da mangueira em condições semiáridas esse processo deva ser melhor avaliado.

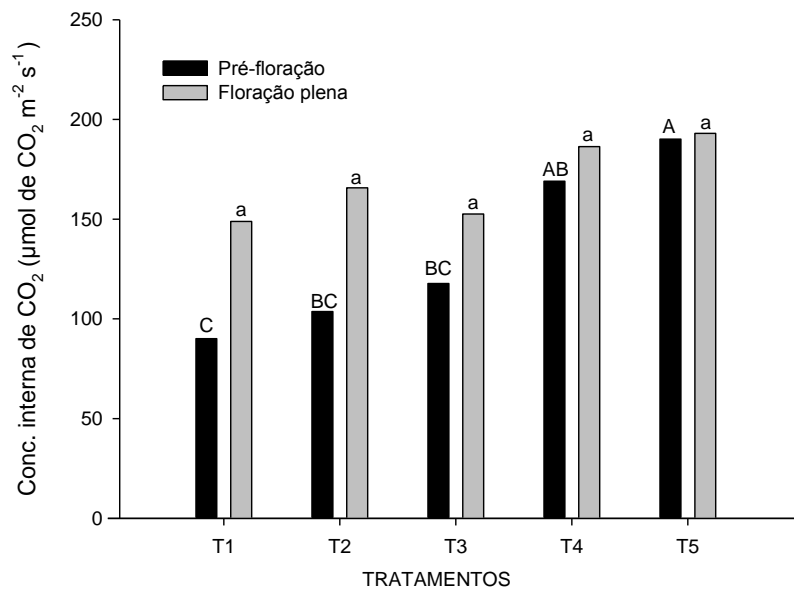


Figura 16 - Concentração interna de CO_2 (C_i) em mangueira cv. Tommy atkins avaliada na pré-floração e floração plena em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.

Barras com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Barras com letras maiúsculas comparam dados entre a pré-floração e barras com letras minúsculas comparam dados entre floração plena. T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K_2SO_4 (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K_2SO_4] e uma de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol).

A eficiência do uso da água (*EUA*) demonstrou diferença significativa entre os tratamentos para o período de pré-floração (APÊNDICES), esta variável foi obtida pela razão *A/E*. A diminuição da transpiração devido ao fechamento estomático e o

aumento da absorção de água pelas raízes são alternativas realizadas pelos vegetais como forma de sobrevivência em condições de estresse hídrico, esses mecanismos aumentam a eficiência do uso da água pelas plantas (RYAN, 2011; FERRAZ et al., 2012).

Comparando-se a Figura 16 e 17, observa-se uma relação inversa entre as variáveis de concentração interna de CO_2 (C_i) e eficiência do uso da água (EUA), onde os tratamentos com maior C_i obtiveram as menores taxas de EUA .

Desta forma, os maiores valores de EUA para os tratamentos 1 e 2 (Figura 17), demonstram maior estresse sofrido por as plantas desses tratamentos, resultando em menor transpiração em decorrência do fechamento estomático, conforme também observado por Almeida et al. (2015).

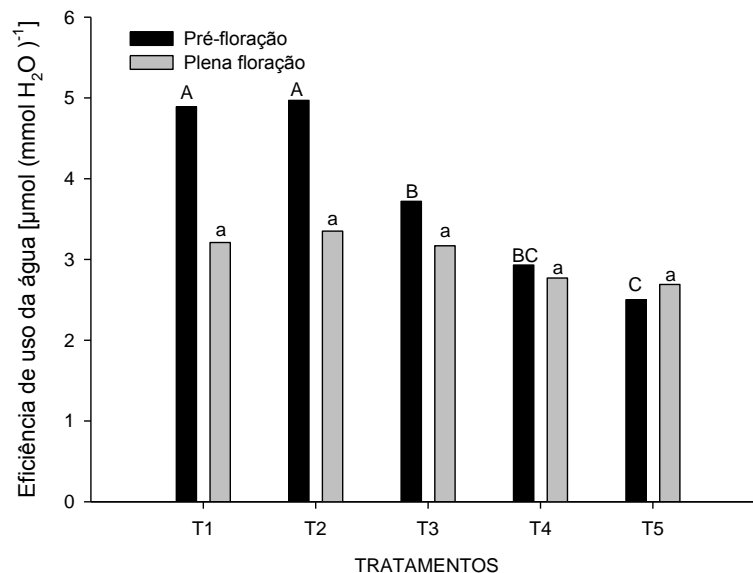


Figura 17 - Eficiência do uso da água (EUA) em mangueira cv. Tommy Atkins avaliada na pré-floração e floração plena em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.

Barras com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Barras com letras maiúsculas comparam dados entre a pré-floração e barras com letras minúsculas comparam dados entre floração plena. T1: Duas aplicações de $[\text{KCl} + \text{bioestimulante}]$ e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K_2SO_4 (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de $[\text{bioestimulante} + \text{K}_2\text{SO}_4]$ e uma de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis número de panícula por planta, número de gemas m^{-2} , número de frutos por panícula e proporção de flor monóclina e estaminada (APÊNDICE).

A avaliação de número de panículas por planta foi realizada no período de plena floração para todos os tratamentos. Os valores encontrados demonstram-se similares aqueles relatados por Sousa et al. (2010b), os quais encontraram valores

de 179 a 966 panículas quando avaliaram o número de panícula de mangueiras cv 'Tommy atkins' no Vale do São Francisco, e superiores aos encontrados por Gomes et al. (2008), de 172 a 222, os quais utilizaram aplicação de bioestimulante para mangueiras cv 'Tommy atkins' no Vale do São Francisco, a diferença no número de panículas por plantas pode ser influenciada por diversos fatores como a idade da planta, o porte, o estado nutricional, dentre outros.

Para Ben-Tal (1986) na cultura da mangueira, em condições normais, ocorre a formação de três brotos: vegetativo, reprodutivo e misto, destes o reprodutivo é o que determina a formação das panículas, sendo condicionado por diversos fatores, dentre eles o nutricional e balanço hormonal. O teor de nitrogênio apresentado na tabela 2, demonstra os menores valores para T3, este nutriente está diretamente relacionado ao desenvolvimento vegetativo da planta (TAIZ & ZIEGER, 2006).

Provavelmente a aplicação do bioestimulante, proporcionou um maior equilíbrio hormonal favorecendo a produção de substâncias sinalizadores da brotação reprodutiva, o que pode ser evidenciado pela superioridade do T3 (maior quantidade de aplicação de bioestimulante) para o número de panícula (Figura 18), e T3 e T4 para número de gemas reprodutivas (Figura 19). A presença de aminoácidos no produto utilizado pode ter induzido a sinalização para produção de hormônios responsáveis pela indução floral, o que favorece a predominância de brotação reprodutiva (ALI et al., 2017).

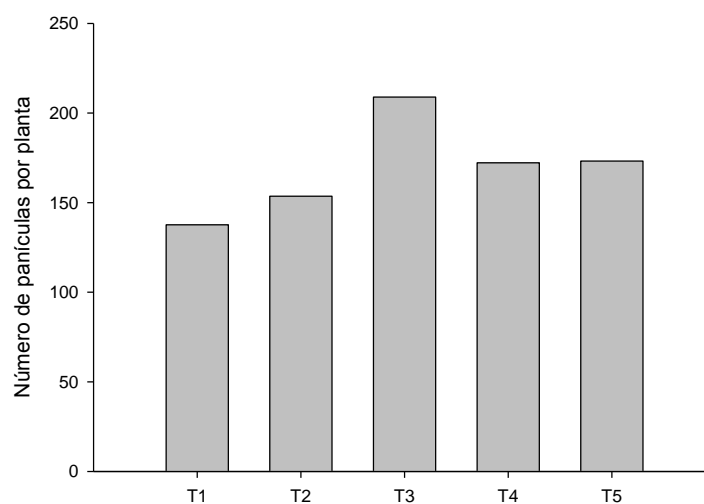


Figura 18 - Número de panículas por planta em mangueira cv. Tommy atkins avaliada na plena floração em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.

T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K_2SO_4 (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K_2SO_4] e uma de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol).

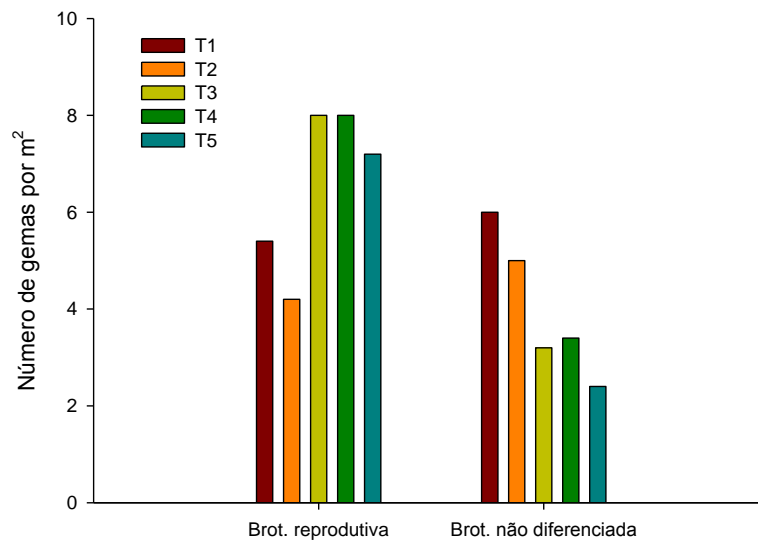


Figura 19 - Número de gemas reprodutivas e não diferenciadas por m^2 em mangueira cv. Tommy Atkins em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.

T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K_2SO_4 (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K_2SO_4] e uma de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol).

A determinação do pegamento dos frutos é definida por diversos fatores dentre eles o tipo de floração, o número de flores formadas e sua disposição, a queda de frutos, o potencial de crescimento dos frutos, a reposição de nutrientes em função da demanda da planta, dentre outros fatores (LUCENA, 2015).

Para Castro Neto e Menezes (2009) na cultura da mangueira quando há maior floração ocorre uma menor fixação, basicamente em decorrência da competição por nutrientes, tendo maior possibilidade de fixação das flores que estejam em melhor disposição na planta (flores companheiras e aquelas que se encontram em brotações com folhas).

A fixação dos frutos ocorre após a queda fisiológica, sendo esta uma disfunção decorrente da competição dos frutos em desenvolvimento por carboidratos, água e outros metabólitos, sendo, entretanto, um processo intimamente regulado pelo balanço hormonal da planta (Powell & Krezdorn, 1977). Tais afirmações explicam o comportamento apresentado na Figura 20 para os tratamentos avaliados. O T2 e T3 apresentaram os menores valores de número de fruto por panícula após a segunda queda fisiológica, entretanto estes tratamentos apresentaram os maiores valores de panículas por planta (Figura 18), o que significa que maior a quantidade de panícula, maior competição entre frutos, para que haja equilíbrio, há a redução da quantidade de fruto por panícula.

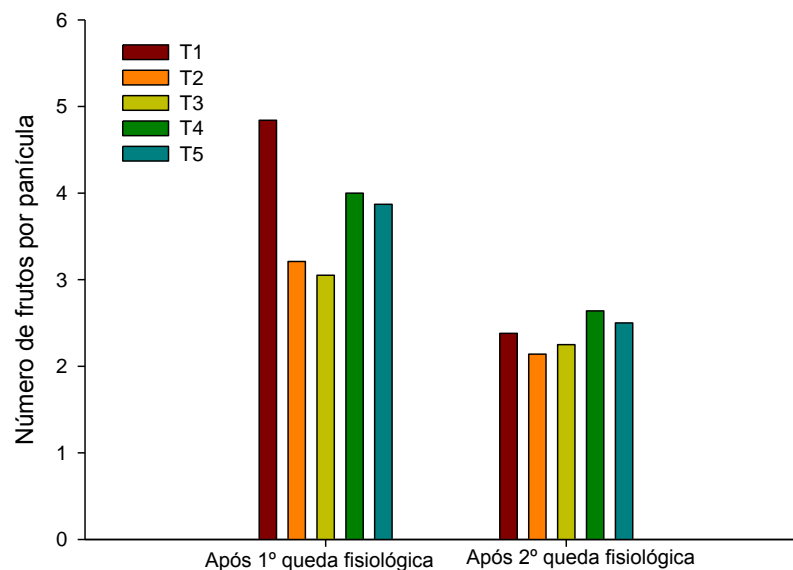


Figura 20 - Número de frutos por panícula em mangueira cv. Tommy Atkins avaliada após a primeira e segunda queda em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.

T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K_2SO_4 (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K_2SO_4] e uma de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol).

Dentre os tratamentos avaliados observa-se predominância da quantidade de flores estaminadas para o T2, T3 e T5 (Figura 21). Sousa et al. (2010b) relataram que a mangueira cv ‘Tommy Atkins’ possui característica de flores andromonóica, ou seja, com flores heteromorfas (monóclinas e estaminadas), e que ao longo da inflorescência há predominância significativa de flores estaminadas, o que corrobora com os dados encontrados no presente trabalho para os tratamentos supracitados. Siqueira et al. (2008) também encontraram predominância de flores estaminadas em relação a flores monóclinas, com uma proporção 2:1

Mangifera indica é classificada como uma espécie xenogâmica facultativa, ou seja, apresenta reprodução cruzada, o que justifica o maior investimento na função masculina uma vez que o transporte dos grãos entre flores, geralmente, implica em perdas (SIQUEIRA et al., 2008). Desta forma, a presença de flores estaminadas apresenta-se como uma estratégia positiva de reprodução.

Como não se identificou diferença estatística e resultados semelhantes foram encontrados para os tratamentos com e sem aplicação de bioestimulante, sugere-se que este não influencie de forma expressiva na variável proporção de flores.

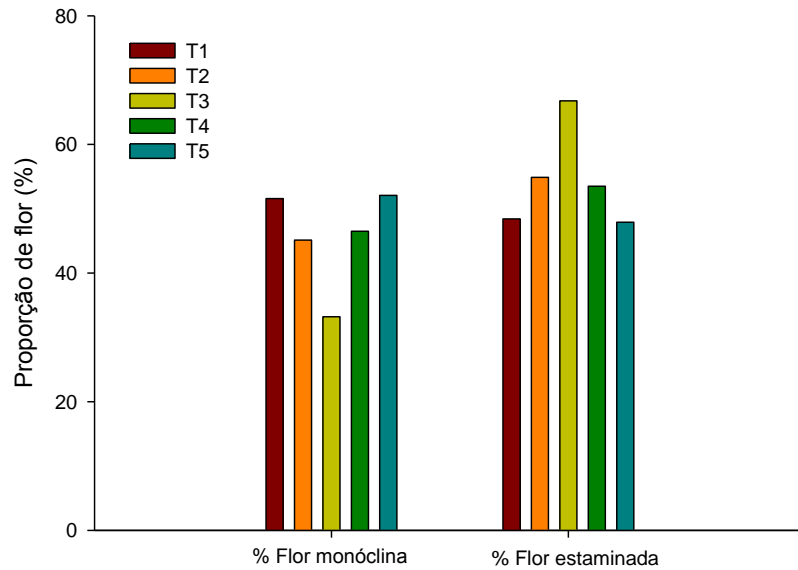


Figura 21 - Proporção de flor monóclina e estaminada em manga cv. Tommy Atkins avaliada em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.

T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K_2SO_4 (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K_2SO_4] e uma de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol).

A produção por planta (Figura 22) e produtividade (Figura 23) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (APÊNDICES).

Resultados diferentes foram registrados por Gomes et al. (2008), onde houve aumento de 10,2% na produção por planta de mangueiras cv “Tommy Atkins” com o uso do bioestimulante à base de bioflavonóides e fitoalexinas durante a indução floral.

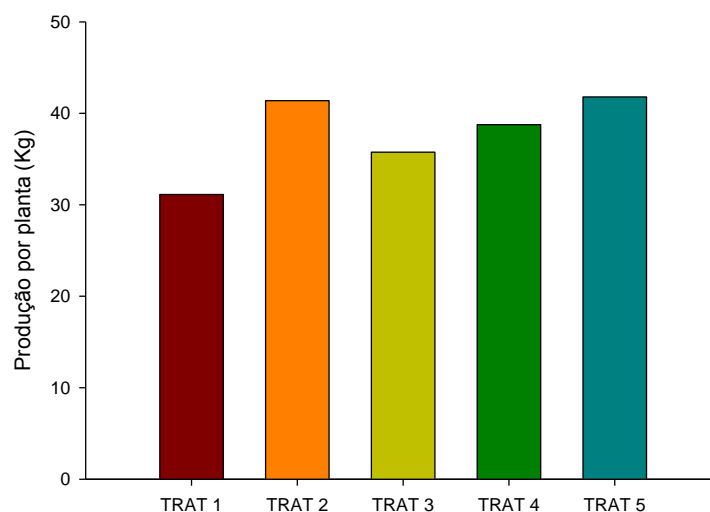


Figura 22 - Produção por planta (Kg) em manga cv. Tommy Atkins avaliada em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.

T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K_2SO_4 (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K_2SO_4] e uma de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol).

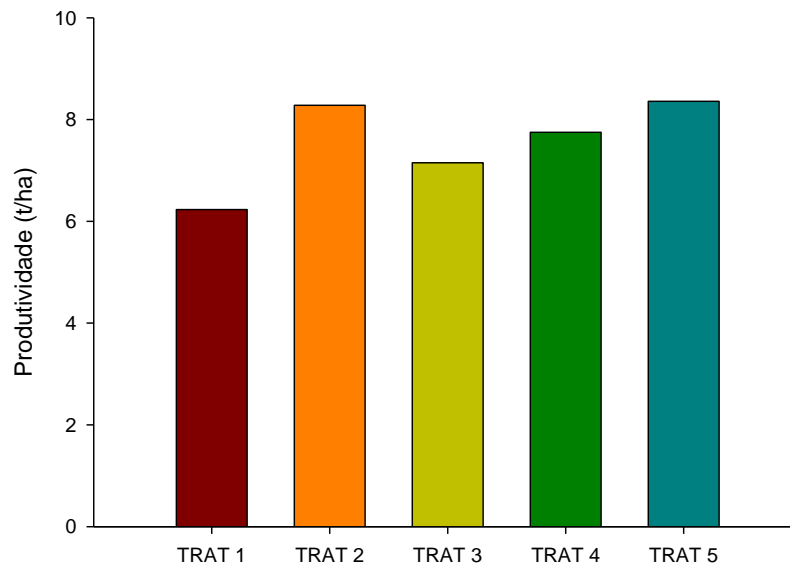


Figura 23 – Produtividade (t/ha) em manga cv. Tommy Atkins avaliada em função dos tratamentos utilizados para maturação de ramos. Casa Nova – BA, 2017.

T1: Duas aplicações de [KCl + bioestimulante] e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T2: Quatro aplicações de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T3: Três aplicações de bioestimulante e uma de K_2SO_4 (45 dias após o paclobutrazol); T4: Duas aplicações de bioestimulante e duas de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol); T5: Duas aplicações de [bioestimulante + K_2SO_4] e uma de K_2SO_4 (60 dias após o paclobutrazol).

4. CONCLUSÕES

Foi observado efeito do bioestimulante contendo potássio solúvel em água (12%), carbono orgânico (9,87%), aminoácidos (20%), surfactante aniônico e extrato de leveduras na maturação do ramo da mangueira cv Tommy Atkins.

O uso do bioestimulante na fase de maturação de ramos tem efeito atenuador no estresse abiótico vegetal.

Para a maturação de ramos de mangueira cv Tommy Atkins pode-se recomendar três aplicações de bioestimulante (10 mL/planta) e uma de K_2SO_4 (3%), iniciando aos 45 dias após aplicação de paclobutrazol (T3).

5. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J.A.S. Uso de produtos químicos e práticas para indução de floração da mangueira na região do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das almas, v.14, n.3, p.177-182, 1992.

ALBUQUERQUE, J.A.S.; MEDINA, V.D.; MOUCO, M.A.C. Indução floral. In: GENU, P.J.C.; PINTO, A.C.Q. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 260-276, 2002.

- ALI, M. S.; ELHAMAHMY, M. A.; EL-SHIEKH, A. F. Mango trees productivity and quality as affected by Boron and Putrescine. **Scientia Horticulturae**, v. 216, p. 248-255, 2017.
- ALMEIDA, E.I.B.; CELIN, E.F.; FREIRE, A.G.; LACERDA, C.F.; BEZERRA, M.A. MESQUITA, R.O. Ecofisiologia de mangueiras 'Tommy Atkins' submetidas a diferentes regimes hídricos e disponibilidade de luz. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.9, n.3, p.251-260, 2015.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2017. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2017, p.61. Disponível em: <<http://www.grupogaz.com.br/editora/anuarios/show/4333.html>>. Acesso em: 11 março. 2018.
- ASHRAF, M.; AKRAM, N.A.; ALQURAINY, F.; FOOLAD, M.R. Drought tolerance: roles of organic osmolytes, growth regulators, and mineral nutrients. **Advances in Agronomy**, v.111, p.249-296. 2011.
- BARROS, P.G.; CUNHA, G.A.P.; REINHARDT, D.H.; FONSECA, N.; BARBOSA, N.M.L. Efeito do nitrato de potássio na floração e frutificação de mangueiras (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins no sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das almas, v.20, n.2, p.188-194, 1998.
- BATES, L.S. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Short communication. **Plant and Soil**, v. 39, p. 205-207, 1973.
- BEERS, R. F.; SIZER, I. W. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. **Jornal Biological Chemistry**, v. 195, n. 1, p. 133-140, 1952.
- BEN-TAL Y. Flowering: its control by vegetative growth inhibition. **Acta Horticulturae**. v. 179, p. 329-335, 1986.
- BRANCO, D.K.S.; LIMA, J.E. Comportamento das exportações de manga do Vale Submédio São Francisco: uma abordagem a partir de vetores autorregressivos. **Revista Econômica do Nordeste**. v. 47, n. 4, p. 29-37, 2016.
- CASTRO NETO, M.T.; MENEZES, A.C.P. Ecofisiologia e floração da mangueira e crescimento do fruto de manga. **Tópicos em ciências agrárias**, p. 92, 2009.
- CASTRO, P.R.C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. 1ª ed. Piracicaba: Serviço de Produções Gráficas – USP/ESALQ, p. 46, 2006.
- CASTRO, P.R.C.; CARVALHO, M.E.A. **Aminoácidos e suas aplicações na agricultura**. Piracicaba: Serviço de Produções Gráficas – USP/ESALQ, n. 57, p. 58, 2014.
- CAVALCANTE, Í. H. L.; MARTINS, R. ; AMARIZ, R. A. E. . **Soluble carbohydrates during branch maturation of mango cv. Palmer as a function of bioestimulant in São Francisco Valley, Brazil**. In: XII INTERNATIONAL MANGO SYMPOSIUM, 2017, Baise. XII INTERNATIONAL MANGO SYMPOSIUM, Abstracts. Leuven: International Society for Horticultural Science, 2017.

CHELIKANI, P.; RAMANA, T.; RADHAKRISHNAN, T. M. Catalase: a repertoire of unusual features. **Indian Journal of Clinical Biochemistry**, v. 20, n.2, p.131-135, 2005.

COUTINHO, G.; COSTA, I.J.S.; PIO, L.A.S. Indução floral em mangueira (*Mangifera indica* L.). **Boletim Técnico**, Lavras, n. 101, p. 1-22, 2016.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. T.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**. v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.

FAGAN, E.B.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; CHALFUN JÚNIOR, A.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia Vegetal: Reguladores Vegetais**. São Paulo, SP: Andrei Editora LTDA, 2015.

FAOSTAT. **Produção mundial de manga**. Disponível em:<<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>> Acesso em: 10 de fev. 2018.

FERRAZ, R. L. S.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; NUNES JÚNIOR, E. S. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. **Revista Pesquisa Tropical**, v. 42, n. 2, p. 181-188, 2012.

FONSECA, N.; CASTRO NETO, M.T.; LEDO, C.A.S. Paclobutrazol no florescimento e na produção da mangueira Tommy Atkins. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras v. 28, n. 4, p. 807-814, 2004.

FONSECA, N.; CUNHA, G. A. P.; NASCIMENTO, A. S.; FILHO, H. P.S. **A cultura da manga**. 2º Ed. Brasília-DF, Brasil: Embrapa informação tecnológica, p. 73, 2006.

GENÚ, P. J.C.; PINTO, A.C.Q. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 454, 2002.

GOMES, E.C.; BARBOSA, J.; RIBEIRO, W.; MARQUES, M. A.; PEREZ, J.; FREIRE, J.L. Utilização do bioestimulante Ecolife[®] na indução de florada em manga (*Mangifera indica* L.) "Tommy Atkins" no vale do São Francisco, em Petrolina-PE. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 5, n. 2, 2008.

HAYAT, S.; HAYAT, Q.; ALYEMENI, M. N.; AHMAD, A. Proline enhances antioxidative enzyme activity, photosynthesis and yield of *Cicer arietinum* L. exposed to cadmium stress. **Acta Botanica Croatica**, v. 72, n. 2, p. 323-335, 2013.

HELALY, M.N.; EL-HOSEINY, H.; EL-SHEERY, N. I.; RASTOGI, A.; KALAJI, H.M. Regulation and physiological role of silicon in alleviating drought stress of mango. **Plant physiology and biochemistry**, v. 118, p. 31-44, 2017.

HENDGES, F. B.; RAMBO, C. R.; ALCASSA, L. P.; LIEBL, J.; VENDRUSCOLO, E. C. G.; COSTA, A. Avaliação enzimática e fisiológica de plântulas de milho submetidas à seca. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 4, n. 2, p. 52-63, 2015.

HERZOG, V.; FAHIMI, H. D. Intracellular distinction between peroxidase and catalase in exocrine cells of rat lacrimal gland: a biochemical and cytochemical study. **Histochemistry**, v. 46, n. 4, p. 273-286, 1976.

KERBAUY, GILBERTO BARBANTE. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 452, 2004.

KHATTAB, M. M.; SHABAN, A. E. A.; HASSAN, A. E. Impact of foliar application of calcium, boron and amino acids on fruit set and yield of Ewais and Fagry Kelan mango cultivars. **Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants**, v.8, n.2, p.119-124, 2016.

KLUGE, R.A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; SILVA, P. PM. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2014.

KULKARNI, V. J. The tri-factor hypothesis of flowering in mango. **Acta horticulturae**, n. 645, 2004.

KWOK, D.; SHETTY, K; Effects of proline and proline analogs on total phenolic and rosmarinic acid levels in shoot clones of thyme (*Thymus vulgaris* L.). **Journal of Food Biochemistry**, v. 22, p. 37–51, 1998.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, p. 531, 2000.

LAWLOR, D.W. Carbono and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. **Journal of Experiment Botany**, v. 53, p. 773-787, 2002.

LAXMAN, R. H.; ANNAPOORNAMMA, C. J.; BIRADAR, Geeta. Mango. In: **Abiotic Stress Physiology of Horticultural Crops**. Springer, New Delhi, p. 169-181, 2016.

LOPES, P.R.C.; HAJI, F.N.P.; MOREIRA, A.N.; MATTOS, M.A.A. **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da Produção Integrada de Manga**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p. 72, 2003.

LUCENA, C. C. **Crescimento vegetativo, absorção de nutrientes e trocas gasosas em mangueiras submetidas a estresse salino**, p. 128. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

MEDEIROS, D.B.; SILVA, E.C.D.; SANTOS, H.R.B.; PACHECO, C.M.; MUSSER, R.D.S.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Physiological and biochemical responses to drought stress in Barbados cherry. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 24, n. 3, p. 181-192, 2012.

MENDONÇA, V.; ARAÚJO NETO, S.E.; HAFLE, O.M.; MENEZES, J.B.; RAMOS, J.D. Florescimento e frutificação de mangueira com uso de paclobutrazol, etephon e nitrato de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 265-269, 2001.

MESSINGER, S.M.; BUCKLEY, T.N.; MOTT, K.A. Evidence for involvement of photosynthetic processes in the stomatal response to CO₂. **Plant Physiology**, v. 140, n. 2, p. 771-778, 2006.

- MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant in Science**, v. 7, p. 405-410, 2002.
- MUNNÉ-BOSCH, S.; QUEVAL, G; FOYER, C. H. The impact of global change factors on redox signaling underpinning stress tolerance. **Plant Physiology**, v. 161, p. 5-19, 2013.
- NAKANO, Y.; ASADA, K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. **Plant and cell physiology**, v. 22, n. 5, p. 867-880, 1981.
- NIKIFOROVA, V.; FREITAG, J.; KEMPA, S.; ADAMIK, M.; HESSE, H.; HOEFGEN, R. Transcriptome analysis of sulfur depletion in *Arabidopsis thaliana*: interlacing of biosynthetic pathways provides response specificity. **The Plant Journal**, v. 33, n. 4, p. 633-650, 2003.
- PAULAS, D.; SHANMUGAVELU, K.G. Physiological and bio-chemical changes in the leaf tissues from quiescent to fruiting stages of mango. **Acta Horticulturae (Netherlands)**, n. 231, p. 394–398, 1989.
- PEIXOTO, C.P.; PEIXOTO, M. F. S. P. Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos. **Tópicos em Ciências Agrárias**, p. 38, 2009.
- PHAVAPHUTANON, L.; KRISANAPOOK, K. Changes of total non-structural carbohydrates within shoots of ‘Nam dok mai’ mango after paclobutrazol application. **Acta Horticulture**. v. 509, p. 559-564, 2000.
- POWELL, A. A.; KREZDORN, A. H. Influence of fruit-setting treatment on translocation of ¹⁴C-metabolites in citrus during flowering. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St Joseph, v. 102, p. 709-714, 1977.
- PRASAD, S.S.; REDDY, Y.T.N.; UPRETI, K K.; RAJESHWARA, A. N. Studies on Changes in Carbohydrate Metabolism in Regular Bearing and “Off” Season Bearing Cultivars of Mango (*Mangifera indica* L.) During Flowering. **International journal of fruit science**, v. 14, n. 4, p. 437-459, 2014.
- PROTACIO, C.M.; QUINTO, J.E.; SERRANO, E.P.; MARQUEZ, I.P., RODRIGUEZ, F. M. Unravelling the mechanism of mango flowering. **Acta Horticulturae**, n. 820, p. 259-270, 2009.
- RAMIREZ, F.; DAVENPORT, T.L. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. **Scientia Horticulturae**, v. 126, n. 2, p. 65-72, 2010.
- RAMIREZ, F.; DAVENPORT, T.L. Mango (*Mangifera indica* L.) pollination: A review. **Scientia Horticulturae**, v. 203, p. 158-168, 2016.
- RAMÍREZ, F.; DAVENPORT, T.L.; FISCHER, G.; PINZÓN, J.C.A. The stem age required for floral induction of synchronized mango trees in the tropics. **HortScience**, v. 45, n. 10, p. 1453-1458, 2010.
- RIBEIRO, R. F.; LOBO, J. T.; CAVALCANTE, I. H. L.; TENREIRO, I. G. P.; LIMA, D. D. Bioestimulante na produção de mudas de videira cv.Crimson seedless. **Scientia Agraria**, v.8, n.4, p.36-42, 2017.

- RODRIGUES, B.M.; SOUZA, B.D.; NOGUEIRA, R. M.; SANTOS, M.G. Tolerance to water deficit in young trees of jackfruit and sugar apple. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 245-252, 2010.
- RYAN, M. G. Tree responses to drought. **Tree Physiology**, v. 31, n. 1, p. 237-239, 2011.
- SILVA, D. J.; QUAGGIO, J. A.; PINTO, P. A. C.; PINTO, A. C. Q.; MAGALHÃES, A. F. J. Nutrição e Adubação. In: GENU, P.J.C.; PINTO, C.A.Q. (Ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.191-222, 2002.
- SIQUEIRA, K.M.M.; KIILL, L.H.P.; MARTINS, C.F.; LEMOS, I.B.; MONTEIRO, S.P.; FEITOZA, E.A. Estudo comparativo da polinização de *Mangifera indica* L. em cultivo convencional e orgânico na região do Vale do Submédio do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, n. 30, p. 303-310, 2008.
- SIRCELJ.H.; TAUSZ, M.; GRILL, D.; BATIC, F. Biochemical responses in leaves of two apple tree cultivars subjected to progressing drought. **Journal of Plant Physiology**, v. 162, n. 12, p. 1308-1318, 2005.
- SOUSA, J. H.; PIGOZZO, C. M.; VIANA, B. F. Polinização de manga (*Mangifera indica* L.-Anacardiaceae) variedade Tommy Atkins, no vale do Sao Francisco, Bahia. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 165-173, 2010b.
- SOUSA, J. V.; RODRIGUES, C. R.; LUZ, J. M. Q.; SOUSA, V. B. F.; CARVALHO, P. C.; RODRIGUES, T. M.; BRITO, C. H. Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 4, 2010a.
- SRIVASTAV, M.; KISHOR, A.; DAHUJA, A.; SHARMA, R.R. Effect of paclobutrazol and salinity on ion leakage, proline content and activities of antioxidant enzymes in mango (*Mangifera indica* L.). **Scientia horticultrae**, v. 125, n. 4, p. 785-788, 2010.
- TAIZ. L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed., Porto Alegre, Artmed, p. 719, 2006.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2ª ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 174, 1995.
- URBAN, L.; JEGOUZO, L.; DAMOUR, G.; VANDAME, M.; FRANÇOIS, C. Interpreting the decrease in leaf photosynthesis during flowering in mango. **Tree physiology**, v. 28, n. 7, p. 1025-1036, 2008.
- URBAN, L.; LU, P.; THIBAUD, R. Inhibitory effect of flowering and early fruit growth on leaf photosynthesis in mango. **Tree physiology**. v.24, p.387-399, 2004.
- YEMM, E.W.; WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**. v.57, p. 508-514, 1955.

APÊNDICES

Tabela 3 – Análise de variância para as taxas de carboidrato solúvel total (CST), amido, aminoácidos, prolina, peroxidase e catalase.

Fontes de variação	CST	Amido	Aminoácidos	Prolina	Peroxidase	Catalase
Estratégia de maturação (Mat)	0.2441 ^{ns}	0.0367*	0.0000**	0.0029**	0.6851 ^{ns}	0.1800 ^{ns}
Tempo (T)	0.0001**	0.0000**	0.0000**	<0.0001**	<0.0001**	0.0039**
Mat x T	0.0721 ^{ns}	0.0812 ^{ns}	0.0000**	0.0139**	0.0077**	0.0859 ^{ns}
CV %	20.96	20.12	29.23	44.57	30.89	30.31

** : significativo a 1% de probabilidade; * : significativo a 5% de probabilidade ($P < 0,05$); ns = não significativo; CV = Coeficiente de variação; CST = Carboidratos solúveis totais.

Tabela 4 – Análise de variância para as variáveis fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E) e eficiência do uso da água (EUA).

Tratamento	A		gs		Ci		E		EUA	
	Pré-floração	Floração plena	Pré-floração	Floração plena	Pré-floração	Floração plena	Pré-floração	Floração plena	Pré-floração	Floração plena
Valor de F	0,7177 ^{ns}	0,4842 ^{ns}	0,0633 ^{ns}	0,3978 ^{ns}	0,0003*	0,1234 ^{ns}	0,0069*	0,3050 ^{ns}	0,0001**	0,07**
T1	3,42	7,93	0,02	0,06	90,08c	148,85	0,70c	2,48	4,89a	3,21ab
T2	3,78	12,02	0,02	0,11	103,69bc	165,74	0,75bc	3,76	4,97a	3,3a
T3	4,34	8,21	0,03	0,07	117,76bc	152,62	1,19abc	2,61	3,72b	3,17ab
T4	4,58	9,88	0,04	0,10	169,04ab	186,39	1,59ab	3,58	2,93bc	2,77ab
T5	4,26	9,34	0,04	0,09	190,11a	193,04	1,71a	3,42	2,50c	2,69ab
CV %	37,83	30,42	37,95	37,82	24,46	17,64	36,83	30,09	14,32	12,87

** : significativo a 1% de probabilidade; * : significativo a 5% de probabilidade (P<0,05); ns= não significativo. A= Fotossíntese líquida; g_s= Condutância estomática; C_i= Concentração interna de CO₂; E= Transpiração; EUA= Eficiência do uso da água.

Tabela 5 – Análise de variância para número de panículas árvore⁻¹, número de gemas m⁻², número de frutos panícula⁻¹ e proporção de flor (%).

Tratamento	Número de panícula por planta	Número de gemas por m ²		Número de fruto por panícula		Proporção de flor (%)	
		Brot. reprodutiva	Brot. Não diferenciada	Após primeira queda fisiológica	Após segunda queda fisiológica	% Flor monóclina	% Flor estaminada
Valor de F	0.2463 ^{ns}	0.6928 ^{ns}	0.4700 ^{ns}	0.2078 ^{ns}	0.266 ^{ns}	0.5056 ^{ns}	0.5056 ^{ns}
T1	137.60	5.40	6.00	4.842	2.384	51.58	48.42
T2	153.60	4.20	5.00	3.208	2.142	45.13	54.87
T3	208.20	8.00	3.20	3.054	2.252	33.21	66.79
T4	172.20	8.00	3.40	3.998	2.644	46.50	53.50
T5	173.20	7.20	2.40	3.872	2.504	52.09	47.91
CV %	28.76	76.93	84.69	30.64	15.92	27.13	23.36

** : significativo a 1% de probabilidade; * : significativo a 5% de probabilidade (P<0,05); ns= não significativo; CV= Coeficiente de variação;

Tabela 6 – Produção por planta (Kg) e produtividade (Kg/ha).

Tratamento	Produção (Kg)	Produtividade (t/ha)
Valor de F	0.5887 ^{ns}	0.6928 ^{ns}
T1	31.126	
T2	41.390	
T3	35.760	
T4	38.762	
T5	41.794	
CV %	30.84	

** : significativo a 1% de probabilidade; * : significativo a 5% de probabilidade (P<0,05); ns= não significativo; CV= Coeficiente de variação.